COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les conditions relatives à l'expression théorique de la vitesse de la lumière;* par M. A. CORNU.

« Les objections que j'ai faites récemment (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 1019) aux conclusions d'une Note de M. Gouy, relative à l'expression de la vitesse de la lumière dans les milieux dispersifs (*loc. cit.*, p. 877) ne paraissent pas à l'auteur « s'appliquer aux idées énoncées dans cette Note ». Tel est le résumé de la réponse qu'a bien voulu m'adresser l'auteur, à la dernière séance de l'Académie (t. XCII, p. 34).

» Je m'étais en effet borné, en raison de la brièveté de cette Note, à une critique en quelque sorte générale de la marche suivie par l'auteur pour l'obtention d'une valeur erronée (t. XCI, p. 879) de la vitesse de la lumière; je m'étais surtout attaché à montrer qu'elle ne concorde pas et qu'elle ne peut pas concorder avec la définition connue des ondes persistantes, et, comme le résultat obtenu pour cette vitesse provenait de la discussion de la transmission d'un mouvement vibratoire très particulier,

$$u = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T'} - \frac{x}{\lambda'}\right),$$

susceptible lui-même de fournir la valeur bien connue de la vitesse de propagation $a = \frac{\lambda}{T}$ lorsqu'on l'interprète correctement, j'avais pensé que la mise en évidence de cette contradiction suffirait à bien établir tout à la fois l'inexactitude des raisonnements de l'auteur et le choix défectueux de l'exemple adopté.

» L'auteur nous répond que cet exemple, dont il n'avait pas d'ailleurs indiqué l'origine, a été, au contraire, « choisi pour montrer un cas où cette » vitesse $\left[a = \frac{\lambda}{T}\right]$ n'existe pas », que cette fonction est l'intégrale déduite d'équations différentielles convenables par les procédés réguliers de l'Analyse, et qu'elle est la solution du problème de la transmission de la lumière appliqué au phénomène même que les physiciens ont employé pour déterminer la vitesse de la lumière. L'auteur, sans s'inquiéter de la définition des ondes persistantes, a cherché à résoudre directement le problème suivant :

« (Page 34) *Étant donnée une source de lumière homogène dont on fait varier l'intensité d'une manière quelconque, il faut déterminer comment s'effectue la propagation du mouvement lumineux dans le milieu considéré,*

» Pour résoudre un pareil problème, je ne connais qu'une méthode, qui consiste à former les équations différentielles du mouvement vibratoire, à les intégrer, en tenant compte des conditions initiales et à réduire cette intégrale, si c'est possible, à une forme qui mette en évidence la loi du mouvement. Si l'on connaît d'avance, comme c'est le cas, des intégrales simples telles que leur somme puisse satisfaire aux conditions initiales, la question se réduit à un problème d'Analyse.... »

» L'exemple choisi est donc la somme de deux intégrales simples des équations différentielles adoptées par l'auteur, et cette sommer emplit, suivant lui, les conditions initiales du phénomène physique à discuter. Comme l'auteur a en vue, il le dit expressément (t. XCI, p. 877), la méthode de M. Fizeau, l'intégrale qu'il obtient ainsi lui paraît donc représenter les émissions et interruptions lumineuses produites par la succession alternative des pleins et des vides de la roue dentée, et par conséquent l'état vibratoire du milieu éthéré entre les deux stations. De là l'assurance avec laquelle il affirme avoir traité correctement la question et obtenu l'expression exacte de la vitesse de la lumière.

» Malheureusement cette intégrale ne remplit presque aucune des conditions initiales, je ne dirai pas seulement du problème expérimental, mais même des conditions essentielles à la nature de la lumière. Comme il s'agit d'une question d'Analyse, traitée rigoureusement, sans aucune considéra-

tion *a priori*, le dénombrement des conditions initiales doit être très sévère, sinon l'on risque, par l'omission d'une condition caractéristique, de traiter un autre problème que celui qu'on a en vue.

» C'est précisément le cas actuel : la solution proposée représente l'interférence théorique de deux ondes, et non pas le phénomène produit dans l'expérience de la roue dentée, qui est infiniment plus complexe. C'est ce qui ressortira de l'énoncé succinct des principaux caractères des *vibrations lumineuses*.

» 1° *Durée de la permanence des ondes lumineuses.* — Par une expérience bien connue sur les anneaux colorés à grande différence de marche, M. Fizeau a montré qu'un faisceau de lumière provenant des sources dont nous disposons peut être considéré comme formé d'ondes régulières, persistant pendant un très grand nombre d'ondulations, une centaine de mille environ ; mais, comme les longueurs d'onde sont extrêmement petites, l'espace occupé par l'onde dans l'étendue où sa structure est régulière n'est qne de quelques millimètres.

» L'intégrale proposée par M. Gouy ne peut donc représenter rigoureusement un mouvement lumineux réel que sur une étendue de même ordre, c'est-à-dire d'environ $0^{m},01$; au delà, les conditions initiales de la source s'altérant profondément, les paramètres arbitraires de la formule doivent être modifiés. L'auteur, en utilisant les propriétés de cette intégrale de $x = 0$ à $x = \infty$ pour arriver à la limite V, étend donc à une distance infinie (ou tout au moins à la distance de plusieurs kilomètres comme l'exige l'application à la méthode de la roue dentée) une expression qui n'est valable que sur l'étendue de $0^{m},01$.

» La formule, légèrement modifiée, représenterait, au contraire, très bien dans ce petit intervalle le phénomène des interférences à grande différence de marche.

» 2° *Complexité d'un faisceau de lumière.* — S'il est permis, dans certains raisonnements, de réduire l'étude d'un faisceau de lumière à la considération d'un mouvement vibratoire unique ou d'un nombre limité de ces mouvements, dans les questions théoriques où les propriétés fondamentales de la lumière sont mises en question, comme dans celle de la vitesse de propagation, il y a lieu de rétablir autant que possible la réalité des choses ou au moins d'examiner s'il est permis de négliger la coexistence de tous les autres mouvements vibratoires indépendants qui émanent des sources lumineuses employées : cette discussion est surtout nécessaire pour l'établissement des conditions initiales auxquelles doit satisfaire l'inté-

grale cherchée. Or, lorsqu'on analyse le phénomène produit par la roue dentée, on reconnaît immédiatement que le diamètre de la source ne peut être négligé (¹) sans qu'on arrive à l'hypothèse absurde de points lumineux ayant un éclat infini. On est donc forcé de considérer un faisceau complexe composé de mouvements vibratoires indépendants dont on observe l'intensité moyenne : les variations d'intensité produites par le déplacement des dents sont donc dues essentiellement à la *variation de l'étendue de la source lumineuse*, et non pas à la variation de l'amplitude du mouvement vibratoire émané d'un point unique.

» L'intégrale adoptée par M. Gouy, exprimant qu'à l'origine $x = 0$ l'amplitude vibratoire unique varie périodiquement, exprime donc une autre condition que la condition réelle; au premier abord, les deux conditions paraissent équivalentes, mais c'est à la faveur d'une confusion grave, qui consiste à substituer à l'*intensité moyenne* d'une infinité de mouvements vibratoires *indépendants* le carré de l'amplitude d'une vibration unique.

» L'insuffisance de l'intégrale est donc démontrée; on peut aller plus loin et prouver qu'elle est physiquement incompatible avec les conditions de l'expérience. En effet, elle est supposée, par son amplitude périodique, représenter les alternatives d'éclat et d'ombre produites par les dents de la roue. Cette périodicité, due exclusivement aux passages successifs des pleins et des vides, dépend uniquement du mouvement angulaire de la roue dentée, lequel est absolument indépendant des mouvements vibratoires de la source lumineuse. Il ne doit donc exister aucune relation déterminée entre la période Θ des émissions ou des extinctions du faisceau et les périodes T et T′ des vibrations lumineuses figurant dans l'intégrale proposée. Or cette intégrale, mise sous la forme déjà citée,

$$u = 2a\cos 2\pi\left[\frac{x}{2}\left(\frac{\lambda}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right) - \frac{t}{2}\left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right)\right]\sin 2\pi\left[\frac{t}{2}\left(\frac{1}{T'} + \frac{1}{T}\right) - \frac{x}{2}\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)\right],$$

montre qu'en un point quelconque x l'amplitude (le premier facteur) devient nulle à des intervalles de temps Θ égaux, comme dans les battements acoustiques, à

$$\frac{1}{\Theta} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T'}.$$

La période Θ serait donc, au contraire, une fonction déterminée des pé-

(¹) *Détermination de la vitesse de la lumière;* par M. A. Cornu (*Annales de l'Observatoire*, t. XIII, p. A.74).

riodes vibratoires de la lumière employée, ce qui est évidemment absurde.

» Il ne faut donc pas s'étonner si la discussion de cette intégrale conduit à une expression erronée de la vitesse de la lumière.

» En résumé, l'expression théorique de la vitesse de la lumière proposée par M. Gouy ne repose sur aucun fondement; la cause des erreurs qu'il a commises est au fond celle que j'ai indiquée dans ma première Note, à savoir le rejet de la considération des ondes persistantes et ensuite l'omission des caractères essentiels d'un faisceau de lumière. La transmission des ondes d'intensité variable que l'auteur leur substitue, et qu'il regarde comme le véritable phénomène utilisé dans les mesures, perd donc toute importance dans l'examen des cas expérimentaux auxquels il fait allusion, parce que, dans ces expériences, on modifie non pas l'amplitude vibratoire de la source, mais seulement le nombre de points lumineux indépendants qui la composent.

» Lorsqu'on poursuit cette analyse, on voit aisément qu'un faisceau lumineux d'intensité variable, quels que soient les procédés employés pour obtenir cette variation, étant en réalité formé par la succession rapide et par la superposition d'un nombre considérable de mouvements vibratoires indépendants d'intensité constante, se propage nécessairement, *en moyenne*, avec la vitesse des ondes persistantes. Voilà pourquoi les physiciens considèrent comme égale à $\frac{\lambda}{T}$ la vitesse de propagation de ce faisceau et pourquoi la distinction faite par l'auteur entre la transmission des faisceaux d'intensité constante et celle des faisceaux d'intensité variable ne correspond physiquement à aucune différence fondamentale. »

GÉOLOGIE. — *Substances cristallines produites aux dépens de médailles antiques, immergées dans les eaux thermales de Baracci, commune d'Olmeto (Corse)*; par M. DAUBRÉE.

« Des travaux de captage récemment exécutés en Corse, sur la source thermale de Baracci, commune d'Olmeto, aux bords du golfe de Propriano, et destinés à augmenter le volume de ces sources, qui a été porté à 10000^{lit} par minute, ont amené les trouvailles de plusieurs médailles antiques attaquées par les eaux. Le propriétaire de cette source, M. Galloni d'Istria, sénateur, a eu l'obligeance de me les communiquer.

» Certaines de ces médailles, comme une pièce d'Hadrien et une autre

de l'impératrice Etruscilla, étaient simplement recouvertes d'une patine noirâtre, résultant évidemment d'une sulfuration superficielle [1].

» Quelques autres, quoique très peu nombreuses, sont beaucoup plus altérées.

» Leur surface, où l'on ne voit plus de traces d'effigie, est recouverte d'une couche épaisse de cristaux enchevêtrés, d'une couleur noirâtre et d'un éclat métalloïde.

» Si l'on brise cette cristallisation, on voit qu'elle repose sur un enduit mince, également à éclat métalloïde, confusément cristallisé, à grain d'acier, donnant au chalumeau les réactions du soufre, du plomb et du cuivre.

» Au-dessous subsiste encore une rondelle mince de bronze, profondément corrodée, comme si elle avait séjourné dans un acide.

» La ressemblance générale de ces produits d'altération avec les échantillons recueillis antérieurement à Bourbonne [2], également dans les boues d'un bain antique, devait faire supposer que la couche superficielle était formée de cuivre sulfuré, ou chalkosine; mais l'examen cristallographique fait connaître que la forme de la substance n'est pas hexagonale. Elle n'appartient pas non plus au système régulier.

» Cette différence s'explique par les résultats de l'essai chimique, qui a indiqué la présence simultanée de l'étain et du cuivre dans la substance. En l'absence d'une analyse complète, que la faible quantité de substance n'a pas encore permis d'exécuter, on doit conclure des faits observés que la substance consiste en un sulfure double de cuivre et d'étain, dont l'analogue naturel le plus voisin paraît être la stannine.

» On se rappellera qu'à Bourbonne, au contraire, l'étain s'est isolé du cuivre auquel il est associé dans le bronze, et qu'il a donné lieu à un dépôt d'acide stannique, tandis que le cuivre se sulfurait.

» La composition de l'eau de Baracci montre qu'ici, comme à Plombières, à Bourbonne et ailleurs, la sulfuration métallique résulte d'une réduction opérée sur un sulfate alcalin.

» L'eau, qui ne renferme par litre que $0^{gr},3$ de matières minérales, est caractérisée par la prédominance du chlorure de sodium, du sulfate de

---

[1] Le revers de la médaille d'Hadrien représente la déesse *Salus* (Hygie) assise et offrant une libation à un serpent dressé sur un autel; c'était donc une médaille très propre à constituer un *ex-voto* médical. La médaille d'Etruscilla porte au revers une figure assise, qu'on a pu confondre avec la première, si l'on n'en a pas lu la légende.

[2] *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 461 et 604.

soude et de la silice. On remarquera que cette composition paraît analogue à celle des sources de Plombières.

» Quant au gisement, d'après un renseignement que m'a communiqué M. l'ingénieur des Mines Oppermann, les sources émergent à la limite du granite et d'une plaine tourbeuse. A 30^{km} à l'est se trouve, près de Sainte-Lucie-de-Tallane, le célèbre pointement de diorite orbiculaire. La masse granitique est traversée de nombreux filons de diorite à grains fins, dont l'un, distant seulement de quelques mètres de la source, paraît en rapport avec son jaillissement. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Sur les Étoiles de mer draguées dans les régions profondes du golfe du Mexique et de la mer des Antilles par le navire* The Blake, *de la marine des États-Unis.* Note de M. EDM. PERRIER.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard.)

« M. Alexandre Agassiz, naturaliste de l'expédition scientifique chargée par le Gouvernement des États-Unis d'étudier dans le golfe du Mexique et la mer des Antilles les conditions de formation du Gulf-Stream, a bien voulu me demander d'étudier et de décrire les Étoiles de mer recueillies durant ces opérations et dont tous les doubles doivent rester aux collections du Muséum.

» Je viens de terminer cette étude et je demande à l'Académie la permission de lui en faire connaître les principaux résultats.

» En 1878, on connaissait, dans la région explorée par M. Alexandre Agassiz, vingt-sept espèces d'Étoiles de mer; les collections que je viens d'étudier portent le nombre de ces espèces à soixante-dix, dont quarante-trois étaient inconnues et dont un assez grand nombre doivent constituer des types génériques nouveaux. La plupart des genres découverts par la grande expédition du *Challenger* se trouvent représentés dans les collections recueillies dans la mer des Antilles : tels sont les genres *Zoroaster*, *Korethraster*, ainsi que le curieux genre *Pedicellaster* de Sars; mais ces genres sont représentés par des formes spécifiques particulières : les *Zoroaster*, par deux espèces que j'ai précédemment décrites dans les *Comptes rendus*, les *Korethraster*, par une espèce que distingue la membrane qui unit ses piquants

dorsaux et qui indique un passage remarquable vers les *Pteraster;* les *Pedicellaster,* par une espèce que distingue la disposition de son squelette. J'appellerai ces espèces nouvelles *Korethraster palmatus* et *Pedicellaster Pourtalesi*.

» Parmi les genres nouveaux qui ont dû être créés, j'ai déjà décrit dans les *Comptes rendus* le curieux *Hymenodiscus,* Étoile de mer à corps membraneux, dont les caractères rappellent à la fois ceux des Ophiures, des Crinoïdes et des Astérides ; plusieurs des genres nouveaux que j'ai dû définir présentent ainsi des caractères intermédiaires. Par la structure de leur squelette, les *Goniopecten* semblent appartenir à la famille des *Goniasteridæ,* mais leurs tubes ambulacraires pointus et la forme de leurs dents reproduisent exactement ce que l'on voit chez les *Astropecten;* j'ai dû en distinguer quatre espèces. Les *Radiaster,* pêchés à 1800^{m} de profondeur, sont de grandes Astéries à cinq bras, qui ont des bouquets de piquants comme les *Solaster,* des plaques marginales comme les *Goniasteridæ* et des plaques ventrales disposées en séries comme certaines *Asterinidæ;* les *Ctenaster*, plus grands encore (ils ont près de $0^{m},3$ de diamètre) et provenant de 3500^{m} de profondeur, ont six bras, ressemblent à de gigantesques *Ctenodiscus* qui seraient dépourvus d'écailles ventrales, et se rapprocheraient ainsi des *Echinasteridæ;* les *Marginaster* sont, au contraire, de petites Astéries pentagonales, que l'on prendrait pour des *Asterina* si elles n'avaient des plaques marginales comme les Astéries de la famille bien différente des *Goniasteridæ*.

» Les *Archaster*, communs dans toutes les grandes profondeurs de l'Atlantique, se sont montrés particulièrement nombreux. On en compte sept espèces, dont une, l'*Archaster mirabilis,* très variable de forme, est représentée à elle seule par plusieurs centaines d'exemplaires. Les *Goniasteridæ,* remarquables par le grand développement de leur squelette, sont représentés par onze espèces, toutes nouvelles, parmi lesquelles on remarque beaucoup de ces formes élégantes, à disque large, en forme de pentagone prolongé par cinq bras pyramidaux, grêles et pointus, auxquelles Gray avait donné le nom de *Dorigona*. Une forme nouvelle, constituant le genre *Anthenoides,* est intermédiaire entre les *Anthenea* à grands pédicellaires et à peau nue et les *Pentagonaster* à petits pédicellaires et à peau granuleuse.

» Les pédicellaires, ces organes de préhension en forme de pinces ou de ciseaux, qui sont propres aux Astéries et aux Oursins, ont présenté plusieurs formes nouvelles. Ceux du *Pentagonaster ternalis* sont à trois branches au lieu de deux, qui est le nombre habituel. Les *Luidia* en ont présenté à deux, trois et même quatre branches; mais les plus remarquables sont ceux qui ont été offerts par l'*Archaster mirabilis*. Deux osselets du squelette

sont placés en face l'un de l'autre, comme les crochets de deux parenthèses, dont ils ont la forme. Chacun d'eux porte un peigne de piquants qui se rabattent l'un vers l'autre et forment ainsi un organe de préhension fort compliqué. Cet exemple paraît mettre hors de doute l'homologie tant discutée des pédicellaires avec les piquants, ou même les granules calcaires du squelette des Astéries et des Oursins.

» Une concordance remarquable entre le nombre des tentacules, la structure de la bouche et la forme des pédicellaires semblait devoir conduire à diviser les Astéries en deux grandes familles distinctes.

» Il résulte de mes nouvelles recherches qu'il y a concordance entre la structure de la bouche et le nombre des rangées de tubes ambulacraires, concordance rendue nécessaire par les rapports avec la bouche du squelette qui sépare ces tubes; mais la structure générale du squelette et la forme des pédicellaires ne concordent plus avec ces données et doivent être considérées comme fournissant des caractères plus généraux.

» Ainsi les Astéries recueillies par M. Agassiz vont augmenter non seulement nos collections et la liste des formes spécifiques ou génériques connues, mais elles étendent encore d'une manière importante nos connaissances de Morphologie générale, en ce qui concerne les Échinodermes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions algébriques de la variable indépendante.* Mémoire de M. Appell, présenté par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet).

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient le développement des propositions qui ont été indiquées dans une Note du 13 décembre 1880.

» 1. Les conclusions de cette Note peuvent s'étendre au cas où certains des coefficients $\varphi_i(x, y)$ de l'équation différentielle deviennent infinis en des points critiques de la fonction algébrique y de x. Voici sous quelles conditions cette extension est possible. Soit (ξ, η) un point critique de la fonction algébrique y de x où certains des coefficients $\varphi_i(x, y)$ deviennent infinis. Supposons que, pour $x = \xi$, q racines y de l'équation $F(x, y) = 0$ deviennent égales à η; on sait que, pour x voisin de ξ, cette équation a

q racines y voisines de η se partageant en un certain nombre de systèmes circulaires. Considérons un quelconque de ces systèmes circulaires comprenant r racines; si l'on fait

$$x = \xi + x'^r,$$

chacune de ces r racines est représentée par un même développement en série

$$y = \eta + a_1 x' + a_2 x'^2 + \ldots,$$

procédant suivant les puissances positives entières de x'. D'autre part, si l'on substitue ces expressions de x et de y en fonction de x' dans l'équation différentielle proposée, cette équation se transforme en une autre dont les coefficients sont des fonctions uniformes de x' dans le domaine du point $x' = 0$, certains de ces coefficients pouvant devenir infinis pour $x' = 0$. Nous supposons ces coefficients tels que le point $x' = 0$ soit un point ordinaire ou un pôle de la fonction intégrale. Cette même condition devra être remplie pour chacun des systèmes circulaires dans lesquels se partagent les q racines y voisines de η.

» 2. Lorsque l'on possède une intégrale de la forme indiquée dans la Note précédente,

$$\text{(A)} \qquad z_1 = \mathrm{R}(x, y) \frac{\Theta[u^{(i)}(x, y) - g_i]}{\Theta[u^{(i)}(x, y)]} e^{\lambda_1 u^{(1)}(x,y) + \ldots + \lambda_p u^{(p)}(x,y)},$$

on obtient, en posant dans l'équation différentielle

$$z = z_1 \int z' \, dx,$$

une équation différentielle linéaire en z' qui présente les mêmes caractères que la proposée, mais dont l'ordre est moindre d'une unité.

» On donne à la fonction intégrale (A) différentes formes, en l'exprimant soit à l'aide de fonctions Θ, soit à l'aide d'intégrales abéliennes de troisième espèce.

» 3. La théorie générale s'applique en particulier aux équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de la seule variable indépendante x,

$$\text{(B)} \qquad \frac{d^n z}{dx^n} + \varphi_1(x) \frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \cdots + \varphi_n(x) z = 0,$$

les coefficients $\varphi_i(x)$ étant tels que les racines des équations fondamentales déterminantes relatives aux différents points singuliers et au point ∞ soient

des nombres rationnels distincts; de plus, pour chacun des points singuliers et le point ∞, les éléments du système fondamental ne doivent pas contenir de logarithmes.

» Dans cette catégorie d'équations rentrent, par exemple, les équations de Lamé des divers ordres (Heine, *Handbuch der Kugelfunctionen*, p. 445) et l'équation différentielle de la série hypergéométrique de Gauss, lorsque α, β, γ sont commensurables et que l'intégrale générale ne contient pas de logarithmes dans le voisinage des points singuliers. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil circulatoire des Crustacés isopodes.* Note de M. Y. Delage, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

(Renvoi au Concours du prix des Sciences physiques pour 1881.)

« Les propositions suivantes sont extraites du résumé d'un travail sur l'appareil circulatoire des Édriophthalmes.

» Première partie : *Isopodes.* — 1° Le *cœur* est situé dans l'abdomen et s'étend toujours plus ou moins dans le thorax. Il est absolument dorsal, tubuleux dans les formes longues, piriforme dans les types courts. Il est maintenu en place par les artères auxquelles il donne naissance, par de petits tractus qui se détachent de ses parois pour s'insérer aux parties voisines, et en général par sa soudure tout le long de la ligne médiane antérieure avec le rectum (¹).

» 2° Il est percé de deux à quatre ouvertures en forme de boutonnières qui font communiquer sa cavité avec celle du péricarde. Ces ouvertures sont alternes dans les formes allongées, opposées dans les formes raccourcies. A son extrémité inférieure il est toujours terminé en cul-de-sac. Quand il se contracte, ses ouvertures se ferment et il chasse *par compression* le sang dans les artères. En outre, en diminuant son volume, il produit dans la cavité à parois rigides qui le contient une tendance au vide et une sorte d'*aspiration* qui a pour effet de faire affluer dans cette cavité, c'est-à-dire dans le péricarde, de nouvelles quantités de sang. L'aspiration du sang et sa projection dans les artères sont donc également actives et sont produites par la systole du cœur. Pendant la diastole les fentes latérales s'ouvrent et le cœur se remplit de nouveau.

» 3° Du cœur partent onze artères : une *aorte thoracique*, deux *aortes ab-*

(¹) L'animal est supposé placé verticalement, la tête en haut et la face ventrale en avant.

dominales, trois paires d'*artères thoraciques* et une paire d'*artères latérales.* Toutes les fois que la transparence des tissus rend l'observation possible, on constate la présence de valvules à deux lèvres à l'origine de ces artères. Il est donc permis de supposer que ces valvules existent toujours.

» 4° Les *artères latérales* fournissent des branches viscérales et les branches thoraciques des quatre premiers anneaux. Celles des trois derniers naissent directement du cœur.

» 5° Les *artères thoraciques* vont aux pattes de leurs anneaux respectifs. Elles fournissent des ramifications nombreuses; nous en nommerons une seule qui naît au point où l'artère va entrer dans la patte et concourt à la formation du *système ventral.*

» 6° Les *aortes abdominales* naissent entre le rectum et le cœur, de la face antérieure de ce dernier. Toujours paires à leur origine, elles peuvent se confondre en une seule. Elles donnent un rameau à chacun des anneaux branchifères de l'abdomen et se terminent dans les uropodes et dans le telson.

» 7° L'*aorte thoracique* monte directement dans la tête. Elle fournit des branches aux yeux, au cerveau et aux antennes. Elle passe en arrière de l'œsophage dans le collier œsophagien. Dès qu'elle l'a franchi, elle émet, par sa face antéro-inférieure, deux grosses et courtes branches qui contournent l'œsophage et se jettent l'une dans l'autre au-dessous de lui, de manière à former un *collier periœsophagien vasculaire, parallèle au collier nerveux de même nom et situé au-dessus de lui.*

» 8° De ce collier naît une grande artère que j'ai nommée *artère prénervienne*, qui descend jusqu'à l'anus le long de la ligne médiane antérieure du corps, *au-devant de la chaîne nerveuse ganglionnaire.* Dans la tête, le collier et l'artère fournissent des branches aux appendices buccaux. Dans l'abdomen, cette dernière fournit à chacun des dix pédoncules branchiaux un filet qui se ramifie dans ce pédoncule sans jamais pénétrer dans les lames respiratoires. Enfin, dans le thorax, elle fournit à chaque segment une paire de branches qui concourent à la formation du système ventral.

» 9° Le *système artériel ventral* est formé par sept paires de branches fournies par les sept paires d'artères thoraciques et qui arrivent à la région ventrale par les parties latérales de chaque anneau, et par sept paires de branches, nées en face des précédentes, sur la ligne médiane de l'artère prénervienne. Ces dernières s'anastomosent avec les premières, soit par leurs ramifications, soit directement à plein canal. Les anastomoses à plein canal ont lieu toujours au moins dans un anneau, jamais dans les sept. Elles établissent entre l'artère prénervienne et les vaisseaux de la région

dorsale une large communication. Dans les anneaux où elles existent, elles donnent lieu à la formation d'un cercle vasculaire tout à fait superficiel dans lequel tous les organes sont renfermés.

» 10° Il n'y a pas de capillaires. Les artérioles déversent le sang dans les lacunes intérieures des tissus. Outre ces lacunes microscopiques, il en existe une grande qui occupe dans le thorax tout l'espace interposé aux viscères.

» 11° Il existe en outre ordinairement deux *sinus thoraciques* qui se rendent de la tête à l'abdomen en passant en arrière de l'insertion des pattes. Ces sinus recueillent le sang qui a circulé dans ces appendices, et, par sept orifices percés sur leur bord interne, celui de la grande lacune.

» 12° A la base du thorax ils se jettent l'un dans l'autre sur la ligne médiane et donnent naissance à un vaste *sinus abdominal* situé en avant du rectum. De ce sinus partent cinq paires de vaisseaux qui portent le sang aux branchies.

» 13° D'ordinaire certaines parties de l'abdomen, soit le telson, soit les épimères des anneaux branchifères, sont adaptées à la fonction respiratoire. Dans ce cas, du sang veineux leur est apporté par des vaisseaux venus du sinus abdominal, et leurs vaisseaux efférents se comportent comme ceux des vraies branchies.

» 14° La circulation branchiale est décrite en détail dans le Mémoire. Disons seulement ici que l'identité ordinaire des lacunes dans les deux lames branchiales ne permet pas de les distinguer en fonctionnelles et protectrices. Même lorsqu'il n'y a pas identité entre les lacunes des deux lames, la circulation dans la lame prétendue protectrice ne permet pas de lui refuser toute activité respiratoire.

» 15° Les *vaisseaux branchio-péricardiques*, au nombre de cinq paires, constitués par les canaux efférents des branchies, remontent vers la région postérieure, en suivant superficiellement dans chaque anneau la courbure de l'arceau dorsal, et se jettent dans le péricarde par autant d'orifices dépourvus de valvules.

» 16° Le *péricarde* entoure le cœur de tous côtés, excepté en avant, où celui-ci est uni au rectum. Il n'est pas en général formé par une membrane isolée; il est comme sculpté dans les parties musculaires qui remplissent l'abdomen; ses parois m'ont paru revêtues d'une couche endothéliale. A l'exception des orifices des vaisseaux branchio-péricardiques, il est parfaitement clos dans sa partie inférieure; mais en haut il s'ouvre dans les petites lacunes de la couche chorio-musculaire de la région dorsale. Un

petit nombre de globules qui n'ont pas respiré entrent par cette voie dans sa cavité et se mêlent à ceux qui viennent des branchies ou des organes qui remplissent les mêmes fonctions. Ces globules sont ceux qui ont été déversés dans les lacunes de la région dorsale par les artérioles du voisinage, et, en outre, un petit nombre de ceux qui circulent dans la grande lacune thoracique et qui remontent, le long des arceaux dorsaux du thorax, immédiatement sous les téguments [1]. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Le Phylloxera en Californie.* Note de M. F. DE SAVIGNON, présentée par M. Hervé Mangon. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Une mission que j'ai remplie en Californie pendant l'été de 1880, et qui avait pour but principal l'étude du Phylloxera et des vignes dans ce pays, m'a permis de faire des observations que j'ai soumises à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, dans un Rapport spécial. J'en extrais les considérations suivantes.

» Le Phylloxera est regardé par les vieux vignerons californiens comme un parasite naturel aux vignes cultivées. Tous ceux à qui il a été montré affirment l'avoir toujours connu : il n'aurait donc pas été introduit en Californie sur des plants importés du Bordelais.

» Vers 1873, les viticulteurs du comté de Sonoma se préoccupèrent de l'existence du mal, mais ne firent aucune tentative pour le combattre. Depuis 1875, il a progressé, mais lentement : le professeur E.-W. Hilgard, de l'Université de Berkeley, a constaté dans Sonoma que pendant ces quatre dernières années le Phylloxera, partant d'un centre très vivace, n'avait gagné que 4000^{m} dans la direction des vents dominant en été. Introduit dans le comté de Fresno sur des plants venus de Bordeaux, il a pu être localisé et anéanti.

» En Californie, les indices révélateurs de la présence du Phylloxera sont les mêmes qu'en France ; les lésions apparentes sur les racines présentent des caractères identiques à ceux que l'on observe ici.

» La lenteur de l'invasion phylloxérique en Californie semble provenir de trois causes principales, qui seraient :

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Roscoff, pendant la belle saison des années 1879 et 1880.

» 1° *La nature du Phylloxera en Californie et les évolutions qui lui sont propres.* — L'existence de l'insecte ailé n'est pas admise en Californie. La lenteur de sa marche, le peu d'étendue des taches phylloxériques, leur rapprochement dans toutes les vignes envahies, la facilité avec laquelle on peut localiser et détruire le mal tendent à confirmer cette opinion. Si les ailés existent, leur nature doit peu se prêter à de grands déplacements, soit que la faiblesse de leur vol ne leur permette pas de s'élever assez pour être emportés au loin par le vent, soit que la durée de leur existence, leur mode de reproduction, une fécondité peu développée ou quelque autre cause inconnue vienne ralentir leur propagation.

» 2° *La qualité du sol.* — Partout où le sol est riche et profond, dans le comté de Sonoma, la résistance est complète, se prolonge ou semble beaucoup plus marquée que dans les endroits où il est pauvre, peu profond, où il manque de potasse. Les vignobles du comté de Napa, établis dans des terres formées par la décomposition de roches basaltiques, ne présentent aucun indice qui puisse déceler la présence du Phylloxera.

» 3° *L'existence d'un parasite.* — Ce parasite, de la famille des Acariens, a été reconnu par M. Meignen comme étant le *Tyroglyphus longior*, décrit par MM. Fumouze et Ch. Robin [1]. La variabilité des formes des Tyroglyphes est un caractère distinctif que l'on observe d'une espèce à une autre, d'un individu à un autre ; leur habitat et leurs mœurs sont aussi très variés, surtout ceux du *Tyroglyphus longior*. Nous avons constaté sa présence *dans le voisinage immédiat du Phylloxera et sur le Phylloxera lui-même*. Nous en avons compté jusqu'à huit sur un tronçon de racine de $0^m,08$ de longueur sur $0^m,01$ de diamètre. Le grand nombre de ces Acariens par rapport à celui des Phylloxeras en présence desquels nous les avons trouvés et la lenteur de l'invasion phylloxérique dans Sonoma sont autant de raisons qui conduisent à croire que, si le *Tyroglyphus longior* se nourrit de débris animaux, il s'attaque aussi au puceron du Phylloxera lorsque son aliment favori lui fait défaut. Nous invoquerons à l'appui de cette opinion ce fait que le *Tyroglyphus longior*, qui supporte une privation complète de nourriture pendant un temps assez long (un mois environ), n'a pas pu vivre plus d'un ou deux jours sur de la farine en décomposition.

» En présence des observations faites par nos devanciers et par nous, nous considérons le *Tyroglyphus longior* comme vivant de débris animaux

---

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin (n° 5, septembre et octobre 1867).

ou d'animaux vivants et comme un parasite du Phylloxera, d'une possession précieuse pour les vignobles envahis où l'on pourrait le propager. »

M. **David** adresse, par l'entremise de M. Resal, deux Notes relatives à la transformation des équations différentielles linéaires.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet, Resal).

Un **Anonyme** adresse un Complément à la Note qu'il a présentée au Concours du grand prix des Sciences physiques, avec la devise « Frappez et l'on vous ouvrira ».

(Renvoi à la Commission).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie qu'il a désigné M. *Hervé Mangon* pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique, au titre de Membre de l'Académie des Sciences, pendant l'année scolaire 1880-1881, en remplacement de M. Chasles, décédé.

M. **Abria**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, « l'Annuaire statistique de la France pour 1880 » et le Tome VII de la « Statistique générale de la France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome I du « Traité expérimental d'électricité et de magnétisme, de *J.-E.-H. Gordon* », traduit de l'anglais et annoté par M. *J. Raynaud*. (Présenté par M. A. Cornu.)

2° Un Opuscule de M. *Ch. Brongniart*, intitulé « Notice sur quelques poissons des lignites de Ménat ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance, un second Rapport de M. *Haton de la Goupillière*, fait au nom

de la Commission chargée de l'étude des moyens propres à prévenir les explosions de grisou, et qui fait connaître les données théoriques et pratiques acquises jusqu'à ce jour sur cette importante question.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1880.

Les plus hautes eaux ont été observées le 4 janvier au pont Royal, à $5^m,55$, et au pont de la Tournelle, le même jour, à $4^m,45$; les plus basses eaux, au pont Royal, le 3 février, à $0^m,74$, et au pont de la Tournelle, le 4 du même mois, à $0^m,32$ au-dessous de zéro.

GÉODÉSIE. — *Sur un procédé d'observation astronomique à l'usage des voyageurs, les dispensant de la mesure des angles pour la détermination de la longitude.* Mémoire de M. **Ch. Rouget**, présenté par M. F. Perrier. (Extrait par l'auteur.)

« Dans un Mémoire précédent, j'ai indiqué le moyen de déterminer la latitude et le temps sidéral par deux observations de couples d'étoiles se trouvant soit à la même hauteur, soit dans un même plan azimutal, au même instant physique. J'ai étudié la théorie des trajectoires provenant de l'intersection de la voûte céleste par les plans azimutaux parfaitement définis se rapportant à ces deux espèces d'observations.

» La Lune, par son mouvement propre, décrit dans le ciel une certaine courbe. La *Connaissance des Temps* donne jour par jour, et à chaque heure de temps moyen de Paris, ses coordonnées en ascension droite et déclinaison : rien n'est donc plus facile, à un jour donné, que de les pointer sur une Carte astronomique et d'examiner quelles sont les trajectoires qui seraient traversées par elle pendant la durée de la nuit. La Carte donne elle-même, par approximation, l'heure sidérale de l'intersection. J'ai pensé que si l'on pouvait déterminer matériellement, au lieu où l'on se trouve, le temps sidéral de ce passage, et calculer en même temps les coordonnées de la Lune qui correspondent à cette intersection des deux courbes, on aurait une solution du problème des longitudes, car ces coordonnées correspondent à un temps moyen de Paris parfaitement déterminé; on peut le convertir en temps sidéral, et, comme nous supposons connu le temps sidéral du lieu, leur différence donne la longitude cherchée. Or la relation

qui lie les coordonnées de la Lune entre elles, au moment de l'intersection de la trajectoire, est très simple. Si l'on conserve la notation du précédent Mémoire, et que l'on appelle θ_ε le temps sidéral ou l'ascension droite du nœud de la trajectoire, c'est-à-dire de son intersection avec l'équateur, A l'angle qu'elle forme avec lui, on a un triangle rectangle sphérique qui donne, en appelant α et D les coordonnées de la Lune,

$$\operatorname{tang} A = \frac{\operatorname{tang} D}{\sin(\alpha - \theta_\varepsilon)}.$$

Comme je ne considère jamais ces trajectoires qu'au moment de leur verticalité, il sera presque impossible que le moment du passage de la Lune soit le même. Cela importe peu. Il est évident que le plan azimutal, dont on conserve l'orientation, continuera à couper l'équateur sous le même angle que la trajectoire avec laquelle il a coïncidé à l'instant de son passage; seulement l'ascension droite du point d'intersection variera, et elle variera exactement du temps sidéral écoulé depuis l'observation du phénomène jusqu'au moment où l'on constatera le passage de la Lune dans ledit plan. On se trouve donc en présence d'une trajectoire nouvelle, ayant le même angle A à l'équateur, et dont le nœud a pour ascension droite $\theta_\varepsilon + k$, si k désigne le temps sidéral écoulé; la formule devient

$$\operatorname{tang} A = \frac{\operatorname{tang} D}{\sin[\alpha - (\theta_\varepsilon + k)]}.$$

» J'ajouterai que la condition de verticalité au moment de l'observation permet de déterminer une trajectoire au moyen d'une seule étoile quelconque située à l'ouest de la Lune. Si l'on appelle α et D' les coordonnées de cette étoile et A_{2l} son azimut, les formules du problème sont

$$\operatorname{tang} A_{2l} = \frac{\sin D' \sin(\theta_l - \alpha')}{\cos D' \sin l \cos(\theta_l - \alpha') - \sin D' \cos l} = \frac{\operatorname{tang}(\theta_l - \alpha') \cos\varphi}{\sin(l - \varphi)},$$

en posant

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\operatorname{tang} D'}{\cos(\theta_l - \alpha')},$$

$$\operatorname{tang}(\theta_l - \theta_\varepsilon) = \operatorname{tang} A_{2l} \sin l,$$

$$\operatorname{tang} A = \frac{1}{\operatorname{tang} A_{2l} \cos l \cos(\theta_l - \theta_\varepsilon)},$$

et l'on retombe dans le cas précédent.

» On peut donc aller jusqu'à dire que, à la rigueur, deux fils à plomb

suffiraient pour trouver approximativement la situation d'un point sur le globe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation par directions réciproques.* Note de M. LAGUERRE, présentée par M. Bonnet.

« Dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société mathématique* (*Sur la Géométrie de direction*, t. VIII, p. 196), j'ai fait connaître une transformation nouvelle qui présente la plus grande analogie avec la transformation par rayons vecteurs réciproques; je me propose d'exposer brièvement comment on peut l'étendre à l'espace.

» 1. Une surface S, étant donnée, partage l'espace en deux régions, et l'on peut fixer arbitrairement celle de ces régions que l'on regarde comme extérieure à la surface; je désignerai sous le nom de *semi-surface* une surface ainsi définie. A un plan correspondent, par exemple, deux semi-plans que l'on peut appeler *opposés* et que l'on doit regarder comme deux semi-surfaces distinctes; à une sphère correspondent également deux semi-sphères opposées.

» Pour que deux semi-surfaces se touchent en un point, il faut non seulement qu'elles aient même tangente en ce point, mais encore que les régions extérieures aux deux surfaces soient les mêmes dans le voisinage de ce point. De là résultent immédiatement les propositions suivantes :

» *On ne peut mener à une semi-sphère qu'un semi-plan parallèle à un semi-plan donné; une semi-sphère est déterminée par la condition qu'elle touche quatre semi-plans donnés, et un semi-cône de révolution par la condition qu'il touche trois semi-plans donnés.*

» Cela posé, la transformation par directions réciproques est entièrement définie par les conditions suivantes :

» Deux semi-plans réciproques se coupent sur un plan fixe que j'appellerai *plan fondamental;* deux couples de semi-plans réciproques forment un système de quatre semi-plans tangents à un semi-cône de révolution.

» La transformation est évidemment déterminée quand on se donne le plan fondamental et deux semi-plans réciproques.

» 2. Voici les propriétés fondamentales de cette transformation :

» A un système de semi-plans parallèles correspond un système de semi-plans parallèles; à une semi-sphère correspond une semi-sphère qui peut se réduire à un point; à un semi-cône de révolution, une semi-surface

de même nature qui peut se réduire à un cylindre de révolution ou à une droite.

» On peut toujours effectuer une transformation telle que quatre semi-sphères données se transforment en quatre points.

» Si trois semi-surfaces touchent un semi-plan aux points a, b, c et si les semi-surfaces réciproques touchent le semi-plan réciproque aux points α, β, γ, les triangles abc et $\alpha\beta\gamma$ sont égaux.

» Les lignes de courbure des semi-surfaces sont conservées dans la transformation.

» Deux cas sont particulièrement à remarquer. En premier lieu, si le plan fondamental est à l'infini, la transformée est une semi-surface parallèle à la semi-surface donnée; en second lieu, si un cône isotrope a pour réciproque un cylindre droit dont l'axe est perpendiculaire au plan fondamental, on a la transformation remarquable due à M. Bonnet [1].

» 3. Si l'on prend une surface algébrique quelconque et si l'on fixe arbitrairement la région que l'on regarde comme extérieure, la semi-surface ainsi obtenue ne forme généralement un être géométrique que si on lui adjoint la semi-surface opposée; elle doit être considérée comme une semi-surface composée de deux feuillets superposés et opposés entre eux, ces feuillets formant les deux nappes de l'enveloppe d'une sphère de rayon infiniment petit dont le centre décrit la surface. Une quadrique, par exemple, doit être regardée comme une semi-quadrique de quatrième classe. Cependant quelques semi-surfaces, composées d'une seule nappe, forment un être géométrique distinct : telles sont celles qui proviennent du plan, de la sphère, et en général de toutes les anticaustiques des surfaces algébriques.

» 4. La transformée d'une semi-surface S est une anticaustique; abaissons, en effet, de chaque point M de S une perpendiculaire MP sur le plan fondamental, et prenons sur MP un point M′ tel que le rapport de M′P à MP soit constant : le point M′ décrit une surface S′. Cela posé, si, l'indice de réfraction étant convenablement choisi, des rayons perpendiculaires au plan fondamental se réfractent sur S′, la réciproque de S est une des catacaustiques de S′; on obtiendra du reste toutes ses catacaustiques en déplaçant le plan fondamental parallèlement à lui-même.

» Il résulte de là que l'on sait déterminer les lignes de courbure des an-

---

[1] *Note sur un genre particulier de surfaces réciproques.* (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 485).

ticaustiques de S′ si l'on sait les déterminer pour la semi-surface S. En particulier, si S′ est une semi-quadrique, il en est de même de S, et l'on voit que l'on peut obtenir les lignes de courbure des anticaustiques des surfaces du second ordre, les rayons incidents étant parallèles, proposition que j'avais déjà démontrée dans mon Mémoire *Sur une surface de quatrième classe*, etc. (*Journal de Mathématiques*, 3e série, t. II, p. 145).

» M. Darboux qui, dans une Note présentée à l'Académie dans sa dernière séance, a bien voulu rappeler ce résultat, a démontré de plus que ces anticaustiques sont les surfaces les plus générales de la quatrième classe, qui ont pour ligne double l'ombilicale.

» Des propositions qui précèdent il résulte qu'elles peuvent être considérées comme les transformées des semi-quadriques; or, si l'on considère une semi-surface quelconque Σ de quatrième classe ayant pour ligne double l'ombilicale, et pour autre ligne double la conique k, on voit que chaque point M de k est le sommet de deux semi-cônes de révolution circonscrits à Σ; tous ces semi-cônes peuvent, par une transformation convenable, être transformés en droites se partageant en deux systèmes tels qu'une droite quelconque de l'un des systèmes rencontre toutes les droites de l'autre système. D'où il suit que la transformée est une semi-quadrique, ce qui démontre le beau théorème de M. Darboux; on voit également, comme l'a énoncé ce géomètre, que Σ peut être, de quatre façons différentes, considérée comme anticaustique d'une quadrique.

» La surface la plus générale de quatrième classe, qui a pour ligne double l'ombilicale, est donc la transformée par directions réciproques d'une semi-quadrique, et un grand nombre de ses propriétés métriques se déduisent immédiatement des propriétés des génératrices rectilignes des quadriques et des propriétés des cônes de révolution qui leur sont circonscrits. »

PHYSIQUE. — *Sur la grandeur et les variations des images de Purkinje.* Note de M. CROULLEBOIS.

« J'ai montré qu'un assemblage de miroirs sphériques centrés [1] fonctionne comme un assemblage de lentilles centrées, qu'il peut être réduit à un système composé de deux points *focaux* et de deux points *principaux*

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, t. XIX, janvier 1880.

ou *nodaux*. D'après cela, il est possible de conjuguer des systèmes formés à la fois de miroirs et de lentilles, sauf à introduire dans les constructions géométriques quelques restrictions qui se présentent naturellement. On arrive ainsi très simplement à définir la grandeur relative des *images de Purkinje* et à discuter les conditions physiques qui président au mécanisme de l'accommodation.

» I. Soit proposée la combinaison de deux systèmes réfringents centrés et séparés par des milieux transparents quelconques. Appelons P_1, P_2, f_1, f_2 les éléments *cardinaux* du premier système et P'_1, P'_2, f'_1, f'_2 ceux du second; désignons par d l'*interstice* des nœuds. Le système résultant $(R, R', \varphi, \varphi')$ est défini par les relations

$$h_1 = d\frac{f_1}{f_2+f'_1-d},\quad h_2 = d\frac{f'_2}{f_2+f'_1-d},$$
$$\varphi = \frac{f_1 f'_1}{f_2+f'_1-d},\qquad \varphi' = \frac{f_2 f'_2}{f_2+f'_1-d}.$$

» II. Supposons que le second système soit un miroir, convexe ou concave, de rayon R. D'une manière générale, on peut considérer un miroir comme un système optique dans lequel les deux points principaux superposés coïncident avec le pôle, et les deux points nodaux, également superposés, avec le centre. Si le miroir est convexe, on a, avec des conventions évidentes sur les signes,

$$f'_1 = -\frac{R}{2},\quad f'_2 = \frac{R}{2},$$

et, par suite,

$$h_1 = d\frac{f_1}{f_2 - \frac{R}{2} - d},\quad h_2 = d\frac{\frac{R}{2}}{f_2 - \frac{R}{2} - d}$$

et

$$\varphi = \frac{-f_1\frac{R}{2}}{f_2 - \frac{R}{2} - d},\quad \varphi' = \frac{f_2\frac{R}{2}}{f_2 - \frac{R}{2} - d}.$$

Si le miroir est concave, on obtient des formules analogues, en changeant R en $-$R.

» III. Les rayons qui apportent les images de Purkinje ont à repasser par le système réfringent. Il nous faut donc conjuguer le système résultant avec le premier système composant, ce qui ne présente aucune difficulté. Il suffit de remarquer que, à cause de la marche réciproque des rayons,

il y a interversion dans le rang des points principaux du système résultant. Composons (P_1, P_2, f_1, f_2) avec le système interverti $(R', R, -\varphi', -\varphi)$.

» On trouve, pour le cas du miroir convexe,

$$(1) \qquad \psi = \frac{-f_1 f_2 R}{2(f_2 - d)(f_2 - R - d)},$$

et, dans le cas du miroir concave,

$$(2) \qquad \psi = \frac{f_1 f_2 R}{2(f_2 - d)(f_2 + R - d)}.$$

On déduit aussi, avec une approximation permise,

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta\psi}{\psi},$$

ce qu'on exprime en disant :

» *L'image catoptrique d'objets éloignés diminue en même temps que ψ et dans la même proportion.*

» IV. *Première image cristallienne.* — L'expérience apprend que f_1 et f_2 restent constants, c'est-à-dire que la cornée ne change ni de courbure, ni de position, que λ subit une diminution de $0^{mm},4$ et que le rapport $\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta\psi}{\psi} = \frac{4}{9}$, quand on passe de la vision éloignée à la vision approchée. Considérons la variation

$$\Delta\psi = \frac{\partial\psi}{\partial d}\Delta d + \frac{\partial\psi}{\partial R}\Delta R.$$

» Le premier terme est d'à peu près $\frac{1}{30}\psi$. La diminution de l'image ne peut donc provenir du déplacement Δd. *Elle exige une diminution du rayon de courbure* ΔR *de la surface antérieure du cristallin,* déduite de la relation

$$\Delta R = \frac{4}{9}\frac{\psi}{\psi'_R},$$

ce qui donne

$$\Delta R = 2^{mm},9.$$

» V. *Seconde image cristallienne.* — Le système réfringent est l'œil tout entier, auquel on peut substituer l'*œil réduit,* ayant son point principal unique en C, son nœud en O et son second point focal en F_2.

» Le sommet A de la surface postérieure du cristallin est au delà et très près de O, dans un œil *normal.* Posons $OA = z$, $AF_2 = u$; la formule (2) devient

$$\psi = \frac{nR}{2}\frac{(z+u)^2}{u(u+R)}.$$

» L'expérience apprend que : 1° A reste fixe; 2° $\frac{\Delta\psi}{\psi} = \frac{1}{12}$. Considérons la variation

$$\Delta\psi = \tfrac{1}{12}\psi = \psi'_z\,\Delta z + \psi'_u\,\Delta u + \psi'_R\,\Delta R.$$

» Les coefficients différentiels sont tous positifs. Dans la vision approchée, $\Delta z > 0$ et $\Delta u < 0$ nécessairement; le déplacement Δz fait augmenter l'image, Δu la diminue.

» Si l'on suppose R constant et si l'on écarte la compensation réalisée par Δz, le calcul apprend que Δu devrait acquérir une valeur de 5^{mm} pour que la variation relative de l'image fût de $\frac{1}{12}$, ce qui est impossible. Donc *il y a aussi diminution du rayon de courbure de la face postérieure du cristallin*.

» Il est ainsi démontré que le mécanisme de l'adaptation consiste dans une modification simultanée de courbure des deux faces du cristallin. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Thermo-régulateur pour les hautes températures.* Note de M. d'Arsonval.

« J'ai déjà fait connaître à l'Académie [1] un moyen très exact pour régler les températures inférieures à 100°, en me servant uniquement de la dilatation de l'eau. L'appareil que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui permet de pousser cette régulation jusqu'à 1200° au moins, dans des conditions tout aussi pratiques.

» En effet :

» 1° Ce régulateur est en même temps un pyromètre, qui contrôle à chaque instant sa propre marche.

» 2° Il permet de régler, avec une grande exactitude, toutes les températures inférieures au ramollissement de la porcelaine.

» 3° Une fois réglé, il retombe automatiquement à la même température lorsqu'on rallume le brûleur.

» Pour ces hautes températures, je prends comme corps dilatable l'air atmosphérique ou tout autre gaz permanent. A l'inverse de ce qui a lieu pour les autres régulateurs, *la masse et le volume de l'air restent constants; les variations de pression dues aux changements de température sont seules utilisées pour la régulation*. En effet, Regnault a montré que, pour le pyro-

---

[1] D'Arsonval, *Du maintien des températures constantes* (*Comptes rendus*, séance du 5 mars 1877).

mètre à air, il est plus avantageux d'observer les changements de pression de la masse gazeuse sous volume constant que de conserver la pression constante et le volume variable. Et cela se comprend aisément, car, dans le second cas, le nombre des molécules gazeuses soumises à l'action du foyer va en diminuant à mesure que la température monte; et, par conséquent, la sensibilité de l'appareil doit être de plus en plus petite.

» D'autre part, la relation qui existe entre la température et la pression d'une masse gazeuse est donnée par la formule

$$P_t = P_0(1 + \alpha t),$$

en prenant pour α la valeur 0,003665, donnée par Regnault pour le cas actuel.

» Ces principes posés, voici comment je les ai utilisés. Comme construction, l'appareil a la plus grande analogie avec mon régulateur pour pressions de vapeurs, décrit dans une Note récente [1].

» L'appareil demande seulement une disposition spéciale pour éviter les fuites d'air, qui lui enlèveraient toute valeur et que je ne peux décrire ici.

» Il se compose de trois parties, comme le montre la *fig.* 1, savoir :

» 1° Un réservoir à air, plongeant dans le milieu à maintenir constant, et qui se fabrique, suivant les cas, en verre ou en porcelaine vernie;

» 2° Un manomètre capillaire en U, contenant du mercure, et qui indique la pression de l'air contenu dans le réservoir;

» 3° Le régulateur proprement dit, qui agit sur l'écoulement du gaz destiné au brûleur.

» Un tube de cuivre capillaire fait communiquer le réservoir à air avec une borne creuse (g), terminée par un bouchon hermétique à vis. De cette borne partent deux autres tubes capillaires, qui vont, l'un au manomètre, l'autre au régulateur.

» Grâce à cette disposition, les trois appareils communiquent ensemble, et le bouchon à vis permet, à un moment donné, de mettre tout le système en communication avec l'air atmosphérique.

» La membrane du régulateur reçoit par sa face inférieure la pression de l'air du réservoir; comme dans le régulateur à vapeur, cette pression est équilibrée à la face supérieure par un poids (6) qui, en glissant le long

---

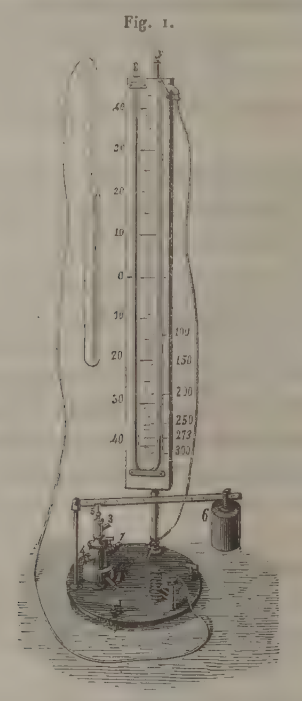
(1) D'Arsonval, *Régulateur de pression pour les vapeurs* (*Comptes rendus*, séance du 27 décembre 1880).

d'un levier, fait varier la charge. Le gaz arrive par le tube (3) et sort réglé par le tube (4) pour aller au brûleur.

» Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : lorsque le manomètre indique la température désirée, on fait glisser le poids (6) sur le levier, jusqu'à ce que la pression de l'air soulève la membrane et réduise le feu; à partir de ce moment, la température reste forcément invariable.

» L'appareil est soumis aux variations de la pression barométrique;

Fig. 1.



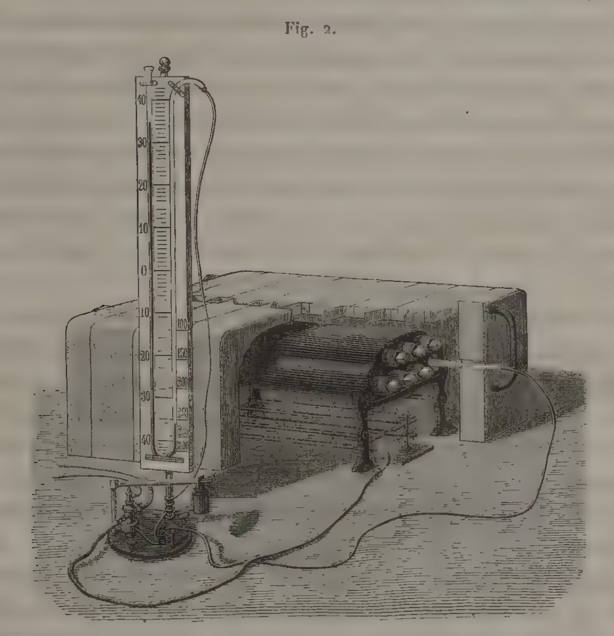
Régulateur.

cette cause d'erreur est insignifiante pour des températures aussi élevées. Je peux, d'ailleurs, la supprimer complètement en équilibrant l'autre côté du levier par une boîte d'anéroïde où le vide est fait. Dans la pratique, cette complication est parfaitement inutile.

» Le manomètre, pour ne pas lui donner trop de hauteur, ne peut aller que jusqu'à 300°. Nous avons renoncé, mon constructeur et moi, à le remplacer par un manomètre métallique ou par un manomètre fermé, parce que rien ne vaut comme exactitude le manomètre à air libre.

» Pour régler les températures supérieures à 300°, j'use de l'artifice suivant. Lorsque j'ai atteint + 273°, c'est-à-dire une pression de 1^{atm}, j'ouvre le bouchon (g) et je le referme aussitôt que le manomètre est retombé à zéro. Après cette opération, la densité de l'air contenu dans le réservoir est la même que s'il eût été chargé à zéro et à une pression moitié moindre que la pression atmosphérique. La sensibilité de l'appareil est devenue également moitié moindre, et, pour avoir la température, il faut doubler les nombres lus sur l'échelle en ajoutant 273°. L'appareil peut monter

Fig. 2.



Régulateur appliqué au bloc.

alors jusqu'à + 873°. En ouvrant de nouveau à 546°, on monterait jusqu'à + 1473°, etc.

» Cet appareil a déjà rendu service aux chimistes. M. Wiesnegg, ayant avantageusement remplacé les bains d'huile par un bloc en fonte recevant les étuis, nous y avons adapté le nouveau régulateur (*fig.* 2). Les chimistes peuvent, avec cet appareil, chauffer leurs tubes scellés à des températures élevées et constantes, sans aucun danger d'incendie et sans être incommodés par l'odeur et le contact des corps gras. Les tubes, creusets, coupelles peuvent être chauffés de la même manière à l'aide de cet appareil, qui s'applique

à tous les cas où l'on a besoin d'une température élevée et constante. C'est, en particulier, le cas des émaux artistiques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *De la recherche des composés gazeux et de l'étude de quelques-unes de leurs propriétés à l'aide du spectroscope.* Note de MM. P. HAUTEFEUILLE et J. CHAPPUIS.

« Nous avons constaté que les gaz qui sortent de l'appareil à effluves de M. Berthelot peuvent être utilement étudiés par le spectroscope. En effet, cet examen optique est d'une sensibilité assez grande pour déceler des traces d'ozone quand on opère avec une colonne gazeuse suffisamment longue; on sait, d'autre part, qu'une colonne très courte d'acide hypoazotique suffit pour permettre d'observer le spectre d'absorption de ce corps.

» Nous avons repris par cette méthode l'étude de la destruction de l'ozone par la chaleur, et l'étude des produits obtenus par l'électrisation d'un mélange d'azote et d'oxygène. Voici les principaux résultats que nous avons obtenus.

» I. Les bandes d'absorption de l'ozone pur et sec, préparé avec de l'oxygène exempt d'azote, disparaissent lentement à la température ordinaire, rapidement au rouge, soit qu'on l'observe en vase clos, soit qu'on emploie un courant gazeux; le spectre finit par devenir continu, sans qu'aucune raie noire nouvelle l'ait traversé à un moment quelconque.

» Le même phénomène s'observe si l'on détruit par la chaleur un mélange d'ozone et d'azote, à cette seule condition que l'azote n'ait pas traversé l'appareil à effluves.

» Le spectroscope permet donc de suivre la transformation isomérique de l'ozone en oxygène, et d'affirmer que sa destruction ne donne pas d'acide hypoazotique, seul composé de l'azote stable à la température du rouge sombre.

» II. Les chimistes admettent que, en évitant l'emploi des fortes tensions électriques, les appareils à effluves permettent de préparer l'ozone en présence de l'azote sans qu'on ait à craindre la formation d'acide hypoazotique.

» Le spectroscope nous a permis d'observer que l'électrisation d'un mélange bien sec contenant au moins $\frac{1}{7}$ d'azote détermine toujours, à la température ordinaire, la formation d'un corps non encore signalé, caractérisé par un très remarquable spectre d'absorption.

» Le spectre observé en interposant une colonne de 2^m remplie du mé-

lange gazeux obtenu dans ces conditions possède toutes les larges bandes d'absorption décrites par l'un de nous comme caractéristiques de l'ozone, et de plus des raies fines et très noires dans le rouge, l'orangé et le vert.

» L'azote électrisé, les acides azoteux, hypoazotique et azotique anhydres ne présentent pas ce spectre.

» III. Si l'on fait barboter les gaz qui donnent ces deux spectres dans l'eau, cette eau devient acide et le gaz ne présente plus que le spectre de l'ozone.

» L'introduction dans l'appareil à effluves d'un mélange gazeux incomplètement desséché détermine aussi rapidement la disparition du spectre superposé à celui de l'ozone.

» Le spectre qui a disparu appartient donc à un composé anhydre, acide ou susceptible d'engendrer un acide.

» IV. Le même mélange gazeux se décompose rapidement au rouge, en donnant de l'acide hypoazotique. Le spectroscope permet de suivre le phénomène : les bandes de l'ozone et les bandes nouvelles sont graduellement remplacées par les bandes qui caractérisent l'acide hypoazotique, et qui persistent seules.

» La décomposition est lente à la température ordinaire ; suivie au spectroscope, elle présente une particularité très importante. On constate une période de vingt-quatre à quarante-huit heures pendant laquelle les bandes du corps nouveau ont totalement disparu, sans qu'il y ait trace d'acide hypoazotique ; puis l'acide hypoazotique apparaît lentement et la décomposition paraît terminée au bout de quelques jours. De ces faits on peut conclure que le corps formé se décompose d'abord en oxygène et acide azotique anhydre, qui à son tour se décompose en acide hypoazotique et oxygène.

» Le corps qui donne le nouveau spectre que nous avons observé est donc susceptible de se décomposer spontanément ou sous l'influence de la chaleur en donnant de l'acide hypoazotique.

» Ces expériences, terminées, furent communiquées à M. Berthelot, qui voulut bien alors nous donner connaissance d'une observation qu'il n'avait pas cru devoir publier : l'acide hypoazotique soumis à l'action de l'effluve en présence de l'oxygène était devenu incolore. Nous avons repris cette remarquable expérience et constaté qu'un mélange convenable d'acide hypoazotique et d'oxygène sort en effet incolore de l'appareil à effluves, et que de plus il présente les bandes du corps nouveau sans qu'on puisse retrouver celles de l'acide hypoazotique.

» V. C'est donc l'étude spectroscopique des mélanges d'oxygène et d'azote modifiés par l'acte de l'électrisation qui nous a permis de constater l'existence de ce corps, de fixer les conditions de sa formation et d'étudier quelques-unes de ses propriétés, sans que nous ayons eu besoin pour cela de l'isoler.

» Ces expériences s'interprètent facilement, si l'on admet la formation d'un *acide pernitrique*, obtenu dans des conditions analogues à celles qui ont permis à M. Berthelot de découvrir l'*acide persulfurique*.

» Les faits que nous nous proposons d'exposer dans une prochaine Note à l'Académie sur la nitrification, et qui sont des conséquences de la production et de la décomposition de ce corps nouveau, nous ont décidés à en signaler l'existence, avant d'avoir pu vaincre toutes les difficultés que présente son étude complète. »

Observations sur l'acide perazotique; par M. Berthelot.

A la suite de la Communication de MM. Hautefeuille et Chappuis, M. Berthelot fait ressortir l'intérêt qui s'attache à la découverte des caractères spectroscopiques de l'acide perazotique.

« Dans le cours de mes recherches sur les effets chimiques de l'effluve et sur l'acide persulfurique, ajoute-t-il, j'avais cherché à obtenir également l'acide perazotique, et j'avais observé qu'un mélange d'oxygène et de gaz hypoazotique se décolore sous l'influence de l'effluve; mais le mélange, après un certain nombre d'heures de conservation, reprend peu à peu la teinte orangée de l'acide hypoazotique. Ces signes indiquaient l'existence d'un composé nouveau, formé d'azote et d'oxygène, plus oxygéné que l'acide hypoazotique, distinct d'ailleurs de l'acide azotique anhydre, par ce que ce dernier se conserve bien plus longtemps sans altération, et surtout par ce que l'acide azotique anhydre, volatil vers 45° seulement, se condense aisément en cristaux dans un mélange réfrigérant : propriété que je n'ai pas retrouvée, dans les mêmes conditions, en opérant sur le nouveau composé. Désirant rechercher quelque caractère plus précis, je n'ai pas publié mes observations. Or, c'est un caractère de cet ordre qui résulte des études spectroscopiques de MM. Hautefeuille et Chappuis. En effet, mon savant confrère et ami, M. H. Sainte-Claire Deville, à qui j'avais communiqué mes observations, il y a quelque temps, ainsi qu'il vient de le rappeler devant l'Académie, nous apprend

qu'il a prié ces jeunes et habiles savants de répéter mon expérience : ce qu'ils ont fait avec succès; ils ont vérifié en outre dans le mélange décoloré l'existence des raies caractéristiques découvertes par eux. Je ne puis que témoigner ici combien je serai heureux de les voir poursuivre cette étude, dans laquelle ils obtiennent des résultats si remarquables. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les bromures et iodures de phosphore.* Note de M. J. Ogier, présentée par M. Berthelot.

« 1. *Iodures de phosphore.* — MM. Berthelot et Louguinine ont déterminé la chaleur de formation du triiodure de phosphore; j'ai déterminé celle du biiodure et cherché à constater par les méthodes thermiques si le phosphore et l'iode forment des combinaisons autres que PI^2 et PI^3.

» La synthèse du biiodure de phosphore a pu être réalisée dans le calorimètre en faisant agir le phosphore sur l'iode en présence d'une très petite quantité de sulfure de carbone. Le calcul ne comporte qu'une correction insignifiante relative à la quantité très faible d'iodure resté en dissolution dans le sulfure de carbone. J'ai trouvé ainsi que la réaction

P sol. $+ I^2$ sol. $= PI^2$ sol. dégage .... $+ 9^{Cal},88$
P sol. $+ I^2$ gaz. $= PI^2$ sol. dégage .... $+ 20^{Cal},08$

Pour contrôler cette méthode, j'ai fait de la même manière la synthèse du triiodure, et j'ai trouvé

$P + I^3$ sol. $= PI^3$ sol. dégage........................ $+ 10^{Cal},9$
MM. Berthelot et Louguinine ont donné le nombre .... $+ 10^{Cal},5$

obtenu par la décomposition du triiodure en présence de la potasse.

» 2. Il résulte de ces mesures que l'addition de $1^{éq}$ d'iode au biiodure ne dégage que fort peu de chaleur ($+ 1^{Cal}$ environ). On peut dès lors prévoir que les composés PI^4 et PI^5, s'ils prennent réellement naissance, doivent être formés avec des dégagements de chaleur presque nuls et par suite fort instables. J'ai essayé en effet de vérifier l'existence de ces corps en faisant réagir dans le calorimètre $1^{éq}$ de phosphore sur $4^{éq}$ et $5^{éq}$ d'iode : les quantités de chaleur dégagées ont été de très peu supérieures à celle qui correspond à la formation du triiodure ($+ 11^{Cal}$). Les combinaisons du phosphore avec des nombres croissants d'équivalents d'iode pourraient donc, sous ce rapport, être rapprochées des hydrates salins ou encore des amalgames alca-

lins [1], corps dans lesquels l'union du métal ou du sel avec le premier équivalent de mercure ou d'eau dégage une quantité de chaleur considérable : quantité qui décroît très rapidement quand la proportion de mercure ou d'eau augmente, et qui finit par devenir sensiblement égale à la chaleur de solidification du mercure ou de l'eau, c'est-à-dire que les composés ultimes sont formés, depuis l'eau ou le mercure solides, avec des dégagements de chaleur sensiblement nuls. On peut encore comparer la stabilité relative des deux iodures de phosphore avec celle des combinaisons formées par l'iode avec l'iodure de potassium, par le brome avec le bromure de potassium.

» 3. J'ai tenté d'effectuer les mêmes déterminations en mélangeant des solutions titrées de phosphore et d'iode dans le sulfure de carbone et en employant ces solutions comme liquides calorimétriques. Dans ces conditions, les expériences sont beaucoup moins précises, en raison de la grande volatilité et de la faible chaleur spécifique du sulfure de carbone. Signalons cependant ce fait que l'addition de $2^{éq}$ d'iode à une solution sulfocarbonique de triiodure n'a donné lieu à aucune chaleur sensible.

» Ces essais m'ont conduit à mesurer les chaleurs de dissolution du phosphore, de l'iode et des iodures de phosphore dans le sulfure de carbone. J'ai trouvé :

$P(31^{gr}) + 68CS^2(38^{gr})$	absorbe	$-0,46$
$I(127^{gr}) + 68CS^2$	»	$-2,4$
$PI^3(412^{gr}) + 68CS^2$	»	$-3,3$

» La chaleur de dissolution du biiodure est positive et voisine de $+5^{Cal}$. Elle ne peut être déterminée avec précision, car, lorsqu'on dissout le biiodure dans le sulfure de carbone ou lorsqu'on mélange le phosphore et l'iode dissous dans les rapports de P à I^2, on voit le thermomètre suivre une marche lentement ascendante, ce qui rend impossible toute mesure. Le dissolvant semble donc agir chimiquement sur le biiodure et former avec lui une combinaison que j'ai vainement tenté d'isoler. On sait d'ailleurs que les solutions de PI^2 dans CS^2 s'altèrent rapidement à la lumière et laissent déposer une matière rouge orangé.

» 4. *Pentabromure de phosphore*. — Le pentabromure de phosphore peut être détruit par l'eau dans le calorimètre, selon la formule

$$PBr^5 + 5HO = PO^5 \text{ diss.} + 5HBr \text{ diss.}$$

---

(1) BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1338.

» Cette réaction, que j'ai vérifiée par des analyses, dégage $+114^{Cal},7$. On en tire aisément la chaleur de formation :

Premier cycle.	Cal	*Second cycle.*	Cal
$P + Br^5$ dégage........	x	$P + O^5 +$ eau $= PO^5$ diss..	$+202,7$ (T.)
$5(H + O) = 5HO$ liq..........	$+172,5$	$5(H + Br) +$ eau $= 5HBr$ diss.	$+147,5$ (B.)
$5HO + PBr^5$...............	$+114,7$		

d'où

	Cal
$P + Br^5$ liq. $= PBr^5$ sol. dégage..........	$+63,0$
$+ Br^5$ gaz. $= PBr^5$ sol. »	$+83,0$
$+ Br^5$ sol. $= PBr^5$ sol. »	$+62,3$

» J'ai contrôlé ce résultat en effectuant la synthèse du pentabromure à partir du brome et du tribomure, dont MM. Berthelot et Louguinine ont mesuré la chaleur de formation par voie analytique. La réaction

$$PBr^3 + Br^2 \text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots + 20^{Cal},3$$

ce qui donne pour PBr^5 le nombre $+62^{Cal},9$, concordant suffisamment avec le précédent.

» 5. *Oxybromure de phosphore.* — L'oxybromure de phosphore, préparé à l'état de pureté selon la méthode de M. E. Baudrimont [1], se détruit nettement par l'eau, d'après la réaction $PBr^3O^2 + 3HO = PO^5$ diss. $+ 3HBr$ diss. Cette décomposition dégage $+79^{Cal},7$, d'où

$$P + O^2 + \begin{cases} Br^3 \text{ liq.} = PBr^3O^2 \text{ sol. dégage} \ldots\ldots\ldots & +108^{Cal},0 \\ Br^3 \text{ gaz.} = PBr^3O^2 \text{ sol. dégage} \ldots\ldots\ldots & +120^{Cal},0 \end{cases}$$

» 6. Résumons ici les données thermiques relatives aux combinaisons du phosphore avec les corps halogènes gazeux; les nombres relatifs aux chlorures, au tribomure et au triiodure de phosphore sont dus à MM. Berthelot et Louguinine.

	Cal		Cal		Cal
$P + Cl^3$ gaz. $= PCl^3$ liq..	$+75,8$	$P + Br^3$ gaz. $= PBr^3$ liq.	$+54,6$	$P + I^2$ gaz. $= PI^2$ sol....	$+20,68$
$P + Cl^5$ gaz. $= PCl^5$ sol..	$+107,8$	$P + Br^5$ gaz. $= PBr^5$ sol..	$+83,0$	$P + I^3$ gaz. $= PI^3$ sol...	$+27,1$
$PCl^3 + Cl^2 = PCl^5$ sol...	$+32,0$	$PBr^3 + Br^2$ gaz. $= PBr^5$ sol.	$+28,4$		
$P + Cl^3 + O^2 = PCl^3O^2$ liq.	$+142,4$	$P + Br^3 + O^2 = PBr^3O^2$ sol.	$+120,0$		
$PCl^3 + O^2 = PCl^3O^2$ liq..	$+66,6$	$PBr^3 + O^2 = PBr^3O^2$ sol.	$+65,4$		

» On remarquera entre les combinaisons de l'iode et celles du chlore ou

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. II, p. 53.

du brome cette différence saillante et digne d'intérêt : l'addition de nouveaux équivalents de brome et de chlore au tribromure et au trichlorure est accompagnée d'un dégagement considérable ($+ 28^{Cal},4$ et $+ 32^{Cal},0$) et de même ordre de grandeur dans les deux cas. De même, la fixation de O^2 sur PBr^3 et PCl^3 donne lieu à un effet thermique presque égal ($+65^{Cal},4$, $+66^{Cal},6$). Rien de semblable n'a lieu avec les composés iodés : les additions successives d'iode ne produisent que des dégagements sensiblement nuls ([1]). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Arrêt rapide des contractions rythmiques des ventricules cardiaques sous l'influence de l'occlusion des artères coronaires.* Note de MM. **G. Sée**, **Bochefontaine** et **Roussy** ([2]), présentée par M. Vulpian.

« P. Chirac est le premier qui ait produit expérimentalement l'obstruction des artères coronaires, et il rapporte ainsi le résultat de cet arrêt de la circulation propre du cœur :

« Sed in cane ligata arteria coronaria, et intercepto penitus motu trusionis, non protinus deficit cordis motus ; quin etiam perseverat ad septuaginta usque horæ minuta et ultra ([3]). »

» Plus tard, en 1842, Erichsen renouvelait les expériences de Chirac sur le chien, et il observait que la ligature des artères coronaires détermine le ralentissement progressif des pulsations du cœur, puis l'arrêt de ces mouvements, tantôt au bout de vingt et une minutes, tantôt après trois minutes seulement. Ses recherches le conduisent à conclure que les contractions du cœur disparaissent dans l'ordre suivant, lorsque la ligature porte sur l'artère coronaire antérieure (gauche) : dans le ventricule gauche d'abord, puis dans l'oreillette droite, dans l'oreillette gauche ensuite, et enfin dans le ventricule droit.

» M. Schiff avance que la ligature d'une artère coronaire produit *immédiatement* la paralysie de la région cardiaque qu'elle arrose, alors que les parties environnantes conservent leur rythme habituel.

» Enfin M. Vulpian a pensé que les troubles cardiaques peuvent varier selon que l'oblitération des artères coronaires « est complète ou incom- » plète et selon qu'elle porte sur une seule artère ou sur les deux » ([4]).

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

([2]) Travail du laboratoire de Clinique de l'Hôtel-Dieu.

([3]) P. Chirac, *De motu cordis, adversaria analytica*, 1698, p. 121.

([4]) Vulpian, *L'École de Médecine*, 1876, p. 219.

» Ces résultats sont loin de concorder entre eux. Encore ne prenons-nous en considération que les phénomènes observés chez le chien, afin de ne pas compliquer la question en confondant avec eux d'autres effets constatés chez le lapin : ce qu'ont fait notamment Erichsen, de Bezold, M. Panum, M. Samuelson. Aussi nous avons pensé qu'il était utile d'étudier ce point de Physiologie dans de nouvelles expériences.

» Nous avons opéré sur des chiens engourdis par le curare, endormis avec la morphine, le chloral, le chloral et la morphine réunis, ou qui avaient reçu de la daturine pendant la curarisation. La respiration artificielle étant convenablement établie, nous avons observé les résultats suivants, que nous donnons seulement sous forme de court résumé.

» L'oblitération des artères coronaires porte tout d'abord sur l'origine de ces deux vaisseaux. L'un et l'autre étant pris sur un fil, alors que le cœur bat régulièrement et normalement, on lie vivement l'artère coronaire antérieure, puis, aussitôt après, la coronaire postérieure. Au bout d'un temps qui varie entre une et deux minutes, les contractions ventriculaires rythmiques, un peu ralenties, cessent brusquement et sont remplacées par un mouvement de trémulation désordonnée, plus ou moins violente, des faisceaux musculaires des ventricules, analogue à celle que MM. Panum, Ludwig, Mayer, Vulpian et autres ont vu succéder à la faradisation des ventricules du cœur, et plus intense dans le ventricule droit. Aussitôt les deux ventricules se gonflent, les oreillettes continuant à les remplir de sang, et le pouls artériel disparaît.

» La circulation générale est pour toujours arrêtée.

» Il n'est pas nécessaire de ligaturer les deux artères coronaires à leur origine aortique, c'est-à-dire d'empêcher l'abord du sang dans tout le muscle cardiaque, pour déterminer cet arrêt des contractions efficaces du cœur. Sur un de nos animaux on lie l'artère coronaire postérieure, puis deux rameaux principaux de la coronaire antérieure (tronc auriculaire et tronc ventriculaire), en laissant libre le rameau qui pénètre dans la cloison interventriculaire.

» Le même temps suffit encore pour que les pulsations ventriculaires s'affaiblissent un peu, puis cessent tout à coup en faisant place aux contractions désordonnées des ventricules, tandis que les oreillettes un instant hésitantes reprennent leurs battements rythmiques, qui disparaissent beaucoup plus tard en s'atténuant progressivement, comme on l'observe d'ordinaire.

» Au lieu de lier ou de pincer la coronaire droite (postérieure) près de

son embouchure aortique et deux troncs principaux de la coronaire gauche, on se contente de nouer un fil sur un rameau ventriculaire de la coronaire antérieure, à la surface du ventricule gauche, puis de faire promptement la même opération sur un rameau homologue de la coronaire postérieure sur le ventricule droit.

» Les mêmes phénomènes se produisent exactement et dans un ordre semblable.

» La scène est pareille lorsque l'artère coronaire antérieure seule tout entière ou deux de ses troncs principaux sont étreints dans une ligature ou entre les mors d'une pince.

» Les phénomènes d'arrêt et de convulsions se sont manifestés dans une expérience six minutes après l'occlusion de l'artère coronaire postérieure seule. Dans une autre expérience, la ligature de cette artère seule est demeurée environ cinq minutes sans produire d'effet appréciable. On a alors lié la coronaire antérieure et presque aussitôt sont apparues les convulsions désordonnées des ventricules cardiaques. Il faudrait donc admettre que l'oblitération de l'artère coronaire droite détermine l'arrêt du cœur un peu moins rapidement que la ligature de la coronaire gauche.

» La section des nerfs vago-sympathiques au cou ne modifie pas ces phénomènes. Les excitations faradiques du bout thoracique de ce nerf sont impuissantes contre eux. Il en est de même de la faradisation du ganglion premier thoracique, qui n'a pas eu plus de succès, alors qu'elle provoquait dans les auricules des contractions rapides et des plus énergiques.

» La conclusion qui découle de ces faits est que l'arrêt de la circulation propre du cœur, par oblitération des artères coronaires, modifie la contractilité des fibres musculaires du cœur de telle façon qu'elles deviennent incapables de se contracter d'une manière rythmique, avec leur ensemble habituel. Les fibres ventriculaires se trouvent alors dans des conditions analogues à celles qu'elles subissent sous l'influence des courants faradiques.

» On pourrait cependant objecter à cette conclusion que l'état des ventricules cardiaques est dû à l'excitation de filets nerveux périvasculaires, laquelle, après s'être réfléchie dans le système ganglionnaire intra-cardiaque, irait troubler l'équilibre normal des faisceaux ventriculaires et s'opposerait à leur fonctionnement rythmé et d'ensemble. Bien que cette objection n'ait qu'une valeur très hypothétique, nous avons voulu y répondre expérimentalement.

» Par un procédé analogue à celui que M. Vulpian emploie pour pro-

duire des embolies dans l'extrémité postérieure de la moelle, nous avons injecté par un rameau de l'artère coronaire antérieure, vers l'aorte, de l'eau chargée de spores de lycopode. Au fur et à mesure de l'injection, le flux systolique chassait les spores de lycopode dans toutes les parties du cœur.

» Une minute et demie à deux minutes après le commencement de l'injection, alors que l'on avait introduit environ 2^{cc} de l'eau chargée de spores de lycopode, les ventricules ont pâli ; on a cessé l'injection, et au même moment les trémulations caractéristiques de l'occlusion des coronaires se sont produites. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'application de l'examen anatomique du sang au diagnostic des maladies.* Note de M. G. Hayem, présentée par M. Vulpian.

« Les caractères que j'ai assignés au sang dans les phlegmasies (*voir* Notes des 15 et 22 mars 1880) sont-ils pathognomoniques, et, par suite, est-il possible de les utiliser lorsque le diagnostic des maladies présente une certaine difficulté?

» Après avoir étudié le sang dans les cas morbides les plus divers, je crois être en mesure de répondre à cette question. Afin de permettre aux médecins de multiplier ces observations et de vérifier les résultats qui vont être énoncés, j'indiquerai tout d'abord les principaux procédés que j'ai mis en usage.

1° *Examen du sang pur, en couche mince, d'une épaisseur constante.* — Cet examen se pratique à l'aide d'une cellule construite de la manière suivante. Dans une lame de verre épaisse et bien plane, on isole un petit disque de $0^m,004$ de diamètre environ en creusant autour de lui une rigole circulaire. La lame ainsi préparée est recouverte d'une couche d'argent, qu'on enlève ensuite exclusivement sur la surface du petit disque. En déposant une très petite goutte de sang sur ce disque et en recouvrant cette goutte à l'aide d'une lamelle mince, bien plane, on obtient une couche de sang d'une épaisseur uniforme et toujours la même. Cette épaisseur est convenable lorsque les globules rouges peuvent se placer facilement de champ. Il suffit de faire pénétrer un peu de salive sous la partie de la lamelle qui porte sur la partie externe et argentée de la rigole, pour empêcher l'évaporation pendant le temps nécessaire à l'examen.

» Cette petite cellule sert à faire l'étude comparative du processus de

coagulation dans les maladies. Une série de dessins exécutés avec du sang normal et du sang pris sur des individus atteints de maladies bien définies fournit des types de comparaison.

2° *Examen du sang dilué à l'aide d'un réactif particulier.* — Lorsqu'on mélange un peu de sang avec le liquide suivant : eau distillée, 200^{gr}; chlorure de sodium pur, 1^{gr}; sulfate de soude pur, 5^{gr}; bichlorure de mercure pur, $0^{gr},50$, et que l'on agite le mélange avec soin, les éléments du sang sont fixés par le réactif; au microscope, on les voit tous isolés les uns des autres tant que la fibrine n'est pas altérée; seuls, les hématoblastes rétractés forment de petits groupes disséminés, distincts des autres éléments.

» Dès que la fibrine est surabondante ou modifiée dans ses qualités, il se forme dans le mélange sanguin de petits grumeaux qui peuvent être distingués en deux variétés. Les grumeaux de la première variété ont déjà été décrits dans la Note du 22 mars. On les rencontre toutes les fois que le réticulum fibrineux du sang pur et coagulé est épaissi et que la proportion de fibrine est augmentée. En faisant le mélange du sang et du réactif en proportion définie, et en déposant, après agitation, une goutte de ce mélange dans une cellule de hauteur connue, comme pour effectuer la numération des globules, on constate que ces amas sont d'autant plus étendus et nombreux que l'augmentation de la fibrine est accentuée.

» Les amas ou grumeaux de la seconde variété sont constitués par des hématoblastes englués dans une substance finement granuleuse, peu adhésive, ne retenant autour d'elle qu'un petit nombre de globules blancs et d'hématies. Ils se forment dans des cas où le réticulum fibrineux du sang pur n'est pas épaissi et ils indiquent surtout une modification qualitative de la fibrine.

» Ces deux procédés d'examen mettent en évidence les plus légères altérations de la fibrine. En se complétant l'un par l'autre, ils constituent un essai à la fois quantitatif et qualitatif de cette substance.

» La cellule précédemment décrite pourrait, de plus, servir à calculer très exactement le temps que met le sang à se coaguler après sa sortie des vaisseaux. Il suffirait, pour obtenir sur ce point des données rigoureuses, d'opérer dans un milieu à température constante et connue.

» Relativement à la question qui nous occupe, voici les principaux résultats de mes observations :

» Le sang parfaitement normal, étalé en couche mince dans la cellule, est parcouru, au moment où il se coagule, par un réseau à filaments si ténus, que ce réseau ou réticulum reste invisible. On voit simplement partir

des hématoblastes isolés ou groupés quelques traînées filamenteuses qui se perdent en s'effilant à une petite distance de ces corpuscules.

» L'apparition, au moment de la coagulation du sang, d'un réticulum à fibrilles épaissies et très visibles indique l'existence d'une lésion inflammatoire. La formation de grumeaux de la première variété, lorsqu'on mélange un peu de sang au réactif précédemment indiqué, a la même signification. En conséquence, je propose de désigner ces grumeaux, vus au microscope, sous le nom de *plaques phlegmasiques*.

» La modification dans le processus de coagulation révélé par ces deux procédés d'examen est sans rapport apparent avec la nature de la lésion; elle dépend uniquement de l'étendue et de l'intensité de l'inflammation et peut être considérée comme un des caractères anatomiques du processus inflammatoire.

» Les pyrexies ne s'accompagnent d'aucune modification appréciable de la fibrine, de sorte que, au début d'une maladie aiguë avec fièvre, l'absence des caractères phlegmasiques du sang permet d'éliminer l'hypothèse d'une maladie inflammatoire (phlegmasie franche ou symptomatique).

» Lorsque les pyrexies comptent au nombre de leurs manifestations des lésions inflammatoires, ou bien lorsqu'elles se compliquent, à un moment quelconque de leur évolution, d'une inflammation, on voit apparaître immédiatement dans le sang les caractères propres aux phlegmasies; mais, à moins de complications précoces et franchement inflammatoires, ces caractères restent sensiblement moins accusés que dans une phlegmasie franche.

» Dans la variole, ils ne se dessinent qu'au moment de la fièvre de suppuration.

» Dans la rougeole et dans la scarlatine, la fibrine n'augmente dans le sang qu'au moment de la desquamation, et l'on peut alors constater, mais d'une manière très passagère, les caractères très atténués du sang phlegmasique.

» De même, dans la fièvre typhoïde et dans la fièvre intermittente, le sang ne présente des caractères phlegmasiques que lorsqu'il existe une complication inflammatoire.

» Lorsque les états cachectiques ne sont pas le résultat d'une maladie chronique entraînant des lésions inflammatoires, le réticulum du sang pur reste, en général, invisible ou très peu accusé, malgré l'abondance souvent insolite des hématoblastes. L'examen pratiqué à l'aide du réactif formulé plus haut prouve cependant que la fibrine est altérée. Souvent, en effet, surtout dans les cachexies avancées, on remarque, dans les préparations,

des amas de la seconde variété, que je désigne sous le nom de *plaques cachectiques*.

» Il est fréquent de reconnaître dans le sang des malades des caractères mixtes, résultant d'une altération à la fois quantitative et qualitative de la fibrine. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la quantité de lumière nécessaire pour percevoir la couleur d'objets de différentes surfaces.* Note de M. AUG. CHARPENTIER, présentée par M. A. Vulpian.

« J'ai voulu rechercher si, comme je l'ai indiqué pour la perception de la lumière (13 décembre 1880), la perception des couleurs subissait des variations suivant l'étendue de la partie rétinienne excitée. J'ai donc, d'après la même méthode expérimentale que précédemment, présenté à l'œil, placé dans l'obscurité à une distance constante de l'objet ($0^{m}, 20$), des surfaces colorées d'étendue variable; ces surfaces, de forme carrée, avaient $0^{mm},7$, $0^{mm},95$, $1^{mm},6$, 2^{mm}, 3^{mm}, 5^{mm}, 12^{mm} de côté; elles étaient colorées par transmission de la lumière d'une lampe Carcel à travers un ou plusieurs verres convenablement choisis. La pureté de la couleur importe peu; cependant je me suis efforcé d'obtenir pour chaque couleur des rayons appartenant à une seule région du spectre; cela m'a été facile pour le rouge et pour le vert; pour le bleu j'ai pu y arriver en superposant un verre coloré au cobalt et un verre coloré par l'oxyde de cuivre, le premier ne laissant passer, sous une épaisseur suffisante, que les rayons bleus et rouges et interceptant les rayons verts, le second ne laissant passer que les bleus et les verts et interceptant les rouges; le bleu résultant de cette superposition est très suffisamment pur. Quant à la couleur jaune, je n'ai pas pu la produire seule, et j'ai dû me contenter d'un verre laissant passer avec le jaune tous les autres rayons du spectre, quoique faisant à l'œil une impression de jaune très franche. Telles sont les quatre couleurs que j'ai expérimentées. J'évaluais chaque fois, à l'aide de mon appareil graduateur déjà connu, la quantité de lumière ou plutôt l'*éclairement* minimum nécessaire pour provoquer la distinction nette de la couleur présentée.

» J'ai trouvé ainsi que pour les petites surfaces ayant 2^{mm} de côté *et moins* (images rétiniennes de $\frac{176}{1000}$ de millimètre et au-dessous) l'éclairement devait être plus grand à mesure que la surface diminuait, tandis qu'au-

dessus de ces dimensions l'influence de la surface, quoique réelle et de même nature, était presque négligeable.

» Voilà évidemment un fait à rapprocher de celui que j'ai trouvé pour la sensation de lumière, mais il en diffère sous le rapport suivant : il n'y a plus, comme pour celle-ci, proportionnalité inverse entre l'éclairement minimum et la surface rétinienne excitée (dans l'étendue de la *fovea centralis*); l'éclairement minimum *diminue beaucoup plus vite que la surface n'augmente*.

» Impuissant tout d'abord à trouver la raison de cette différence, j'arrivai à réfléchir que, si j'évaluais dans ces expériences la quantité de lumière nécessaire à la perception de la couleur, je comprenais dans cette quantité celle qui sert à produire la sensation lumineuse primitive : j'ai montré, en effet, que l'action de la lumière sur l'œil est double et excite toujours la sensibilité lumineuse et, seulement à un degré plus élevé, la sensibilité chromatique, fonction plus spéciale. Pour apprécier la sensibilité chromatique, on doit évidemment retrancher de la quantité de lumière totale qui provoque la sensation de couleur celle qui a d'abord servi à provoquer la sensation de lumière primitive. Il serait trop long de dire par quel artifice expérimental j'y suis arrivé avec sûreté; il suffit de savoir que les expériences dirigées dans ce sens ont donné le résultat suivant. Pour des surfaces rétiniennes ayant de $\frac{88}{1000}$ à $\frac{440}{1000}$ de millimètre de côté, l'éclairement nécessaire pour produire la perception de la couleur, une fois la sensation lumineuse obtenue, *a été le même* pour chaque couleur donnée. On peut donc dire que pour les couleurs que j'ai expérimentées, rouge, jaune, vert et bleu (et à l'aide de celles-ci on peut former toutes les autres), *la sensibilité chromatique est indépendante de la surface rétinienne excitée*.

» Cette conclusion est rigoureuse dans les limites assez larges de l'expérience, mais rien ne dit qu'il en soit de même pour les surfaces d'un diamètre inférieur à $0^m,088$. Il est bon de dire que, quand on atteint ces limites de petitesse, l'expérience devient fort difficile, surtout parce que l'œil se dirige mal dans l'obscurité et est sujet à des erreurs de position très curieuses, sur lesquelles je reviendrai ultérieurement. C'est surtout pour cela que je n'ai pas poussé l'expérience plus loin.

» Il est essentiel de faire toutes ces recherches avec un œil adapté constamment à la même lumière, ce qui est facile à réaliser si, après chaque essai, on maintient l'œil ouvert pendant un temps suffisant au sein d'un éclairage ambiant toujours le même.

» Il convient de noter un point intéressant des expériences précédentes :

c'est que la perception du bleu exige une quantité de lumière *bien plus considérable* que celle des autres couleurs, qui ne diffèrent pas beaucoup entre elles sous ce rapport. Cela revient au fait que j'ai signalé dans un travail précédent [*De la vision avec les diverses parties de la rétine* (*Archives de Physiologie*, novembre 1877)], où je démontrais que pour le point de fixation la distinction du bleu était notablement inférieure à ce qu'elle est sur les bords de la tache jaune; le contraire a lieu pour le rouge, le jaune et le vert. J'ai observé depuis que, si l'on regarde un spectre solaire dont on puisse voir en même temps toute l'étendue, comme à l'aide du petit spectroscope de Duboscq, il existe vis-à-vis du point de fixation un scotome paraissant sous la forme d'une petite tache presque grise dans la moitié la plus réfrangible du spectre, c'est-à-dire dans le violet, l'indigo, le bleu et le vert bleu; ce scotome est le plus appréciable quand on promène le regard d'une extrémité à l'autre du spectre. Donders a signalé récemment des faits semblables. On peut sans doute les expliquer par la présence du pigment jaune brunâtre existant dans la tache jaune, pigment qui intercepterait en grande quantité les rayons lumineux les plus réfrangibles. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence exercée par le milieu sur la forme, la structure et le mode de reproduction de l'*Isoetes lacustris. Note de M. E. Mer, présentée par M. P. Duchartre.

« Un examen attentif des conditions dans lesquelles prennent naissance les diverses formes d'*Isoetes lacustris*, dans le lac de Longemer, m'a fait voir que ces formes sont dues à la nature du sol et à l'état plus ou moins serré dans lequel végètent ces plantes.

» Le lit du lac de Longemer, autrefois occupé par un glacier, présente différentes natures de terrain; limoneux à partir d'une profondeur de 2^m à 3^m, il est formé d'un gravier à éléments grossiers reliés par un ciment ferrugineux dans certains bas-fonds, débris d'anciennes moraines, où, par suite du voisinage de la surface, le courant se fait encore trop sentir pour permettre au limon de se déposer et de s'accumuler; sur d'autres points on remarque des deltas de torrents qui se jetaient autrefois dans le lac; ils sont formés d'un sable blanc, assez ténu; enfin, sur les bords, le sol est constitué par un gravier mélangé de limon, provenant de la décomposition des plantes du rivage ou de débris rejetés par les eaux. Dans ces diverses stations on trouve des *Isoetes*, mais différant notablement entre eux par leur

aspect, leur structure et leur mode de reproduction. On peut y distinguer les variétés suivantes, basées sur la longueur des feuilles :

» 1° Var. *humilis*. — Habite les bas-fonds graveleux et stériles, où elle est très clair-semée. Feuilles peu nombreuses et de dimensions toujours exiguës ($0^m,02$ à $0^m,03$). Sporange faisant le plus souvent défaut ou n'étant représenté que par un petit amas cellulaire, qui rarement arrive à former un propagule pourvu de feuilles chétives.

» 2° Var. *stricta*. — Se rencontre sur les bords ou dans les anciennes alluvions, dans des sols par conséquent moins arides que les précédents. Feuilles plus nombreuses, rigides, mais ne dépassant guère $0^m,08$.

» 3° Var. *intermedia*. — Se trouve dans les terrains formés d'un mélange de sable et de limon, soit sur les bords, soit à des profondeurs moyennes (1^m à 2^m). Feuilles de dimensions intermédiaires entre celles de la variété précédente et celles de la suivante.

» 4° Var. *elatior*. — Habite les fonds limoneux. Feuilles atteignant jusqu'à $0^m,30$ de long.

» A l'exception de la première variété, qui vit toujours isolée, chacune des autres affecte, suivant l'état plus ou moins serré dans lequel elle végète, trois formes différentes, caractérisées surtout par le mode de reproduction.

» 1° Forme *sporifera*. — Individus croissant isolément. Feuilles nombreuses, rigides, écartées les unes des autres, dilatées à la base. Bien que quelques-unes soient stériles et que d'autres portent des propagules, la plupart sont munies de sporanges bien développés. Tige volumineuse, atteignant parfois $0^m,04$ de diamètre. Racines fortes et nombreuses.

» 2° Forme *gemmifera*. — Se rencontre dans les massifs formés d'individus clair-semés ou sur le bord des massifs touffus. Peu de sporanges fertiles. La plupart des feuilles sont munies de propagules portant eux-mêmes un grand nombre de feuilles généralement droites. Tige assez volumineuse.

» 3° Forme *sterilis*. — Individus croissant en massifs compactes. Tige et racines grêles. Feuilles peu nombreuses, longues et étroites. Très peu de sporanges fertiles. Ces organes sont représentés le plus souvent par de petits amas cellulaires parfois transformés en propagules portant seulement quelques feuilles, assez souvent repliées sur elles-mêmes.

» Cet état serré exerce sur les *Isoetes* une double influence : chaque individu ne trouve dans le sol qu'une nourriture insuffisante; en outre, les feuilles, pressées les unes contre les autres, reçoivent peu de lumière jusqu'à une certaine hauteur; aussi la partie supérieure seule est-elle verte. Mais, si elles sont étiolées, ce n'est pas, ainsi qu'on serait tenté de le croire, parce que la profondeur à laquelle elles se trouvent a pour conséquence de diminuer l'intensité de la lumière. Ce qui le prouve, c'est que, dans l'espace compris entre deux massifs voisins, il n'est pas rare de rencontrer à la même profondeur que ces derniers, enracinés dans le même limon,

des individus isolés appartenant à la forme *sporifera*, ne présentant aucun caractère d'étiolement, tandis que ces caractères se retrouvent chez ceux qui croissent dans la vase, même sous une couche d'eau atteignant à peine quelques centimètres d'épaisseur.

» D'après ce qui précède, on voit que la diversité d'aspect et de structure des *I. lacustris* est due plus ou moins directement à des différences dans la nutrition. C'est lorsque cette nutrition s'exerce le plus activement, ce qui a lieu pour la forme *sporifera* de la variété *elatior*, que les individus sont le plus vigoureux et que la reproduction par spores est le mieux assurée. Quand au contraire la nutrition est peu active, soit parce que le sol est aride, soit parce que, dans un sol riche, les plantes sont trop nombreuses, les formes n'acquièrent plus que de faibles dimensions ou bien s'étiolent; la reproduction est alors compromise ou ne s'effectue plus que par bulbilles (1).

» L'influence de la nutrition sur le mode de reproduction est tellement manifeste, que, lorsque les pieds isolés appartenant à la variété *stricta* se trouvent dans un sol trop peu nutritif, ils portent un grand nombre de feuilles à bulbille mélangées à des feuilles à sporange. Cet effet se fait aussi sentir sur le rapport entre le nombre des feuilles à macrosporange et des feuilles à microsporange. Ce rapport est bien plus grand chez les individus vigoureux. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de trouver en automne, sur ceux qui appartiennent à la forme *sporifera* de la variété *elatior*, quarante feuilles à macrosporange et dix seulement à microsporange; sur quelques-uns, on ne rencontre même que des macrosporanges.

» L'*I. echinospora*, ayant des conditions d'existence beaucoup moins variées, présente aussi une moins grande diversité de formes. Il vit en général isolé, soit dans le sable, où ses dimensions sont alors plus réduites, soit dans le sable mélangé de limon; mais je ne l'ai jamais rencontré ni en massif ni dans des sols franchement limoneux. Sa reproduction semble toujours s'opérer à l'aide de sporanges. Du moins je n'y ai pas encore rencontré des feuilles à propagule. Les individus de petite taille croissant

(1) Il y a lieu également, dans ce dernier cas, de tenir compte de l'obstacle que les feuilles rencontrent à leur libre développement, surtout à la base, par suite de la compression qu'elles exercent les unes sur les autres, ce qui les empêche de s'accroître suffisamment en largeur pour permettre au sporange de se former. La reproduction par gemmes est de beaucoup plus abondante dans le lac de Longemer que la reproduction par spores, les formes *sterilis* et *gemmifera* y constituant des tapis de plusieurs hectares.

dans le sable pur m'ont paru avoir relativement plus de feuilles à microsporange que ceux qui végètent dans le limon. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la conservation des grains par l'ensilage.* Note de M. A. Müntz. (Extrait par l'auteur.)

« La conservation des grains par l'ensilage est une pratique qui remonte à la plus haute antiquité; les peuples primitifs y avaient recours pour faire, pendant les années d'abondance, des réserves pour les années de disette. Les procédés employés étaient très élémentaires; des cavités creusées dans le sol, ou des réservoirs en maçonnerie ou en poterie, eux-mêmes enfouis dans le sol, atteignaient le but qu'on se proposait. Cette pratique a cependant été limitée aux contrées chaudes, où les récoltes peuvent se faire dans des conditions de sécheresse très favorables, où le sol et l'air sont eux-mêmes à un degré de siccité très grand. Dans ces conditions, la conservation est satisfaisante, et l'on retrouve, encore de nos jours, des silos des Arabes, remontant à des siècles, et où le grain est parfaitement conservé. Dans les pays froids ou tempérés, le problème est plus difficile à résoudre ; les grains récoltés ne présentent pas toujours un degré de sécheresse favorable à la conservation; le sol et l'atmosphère sont fréquemment humides, et les procédés si simples, qui réussissent sous des climats plus favorisés, ne donnent plus que des résultats médiocres.

» La conservation des grains qui servent à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques répond, à l'heure qu'il est, à un besoin impérieux; on a cherché à réaliser, sous nos climats, une méthode de conservation qui permît d'emmagasiner, pendant un temps d'une certaine durée, des quantités considérables de denrées alimentaires ; des efforts très grands ont été faits dans cette direction, et le nom de Doyère doit être cité parmi ceux qui ont fait avancer le plus cette question. Doyère a préconisé la construction des silos à parois métalliques, enfouis dans le sol, et présentant ainsi les températures peu élevées et constantes des caves. Des difficultés de manutention ont fait renoncer presque complètement à ce système d'ensilage. Aujourd'hui, les grandes industries qui emploient des graines alimentaires ont adopté un système qui consiste dans l'emploi de grands réservoirs en tôle, placés dans des bâtiments spéciaux ; ils se chargent par la partie supérieure et se vident par la partie inférieure.

» Nous ne parlerons pas ici des réservoirs avec circulation d'air, ni de ceux dans lesquels on opère un transvasement fréquent des grains; ils ne

constituent, en somme, que des greniers plus commodes, et l'action de l'air s'y manifeste comme dans l'emmagasinage en tas. Nous nous occuperons plus spécialement de l'ensilage proprement dit, c'est-à-dire de la conservation dans des réservoirs fermés, à l'abri des agents atmosphériques.

» Nous avons étudié, depuis près de trois ans, les phénomènes qui se produisent dans les masses de grains contenues dans les vastes silos de la Compagnie des Omnibus ; nous avons étudié comparativement, dans le laboratoire, l'influence qu'exercent, sur la conservation, les conditions diverses dans lesquelles le grain se trouve placé; c'est de ces dernières observations que nous rendons compte aujourd'hui.

» On sait que les grains placés à l'air absorbent l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique, et que, soustraits à l'action de l'air, ils dégagent de l'acide carbonique sous l'influence de la fermentation intracellulaire, mise en lumière par M. Pasteur. Dans l'un ou l'autre cas, la proportion d'acide carbonique formé peut servir de mesure à toutes les causes d'altération ou de déperdition. En effet, la déperdition normale en substances carbonées, la germination, l'envahissement par les organismes inférieurs (moisissures, etc.), sont autant de phénomènes qui se traduisent par une production d'acide carbonique.

» *Influence comparée de l'air libre et de l'air confiné.* — Des lots de mêmes graines ont été placés, à des températures identiques, dans de l'air renouvelé et en vases clos; on a trouvé, en moyenne, qu'à l'air libre il se forme environ dix fois plus d'acide carbonique qu'en vase clos. La rapidité du renouvellement de l'air exerce une action ; dans les greniers très aérés, la déperdition se trouve donc exagérée.

» *Fixation de l'oxygène sur la graine.* — Le volume d'acide carbonique formé au contact de l'air est toujours inférieur au volume d'oxygène absorbé; il y a donc une combustion secondaire et incomplète, analogue à celle qui se produit pendant la germination des graines oléagineuses. Cet oxygène est principalement fixé par les matières grasses. En vase clos, l'oxygène est absorbé intégralement au bout d'un temps assez court.

» *Influence de l'humidité de la graine.* — Les graines contiennent normalement des quantités d'eau qui varient entre 11 et 19 pour 100; les graines très sèches ne produisent que de faibles quantités d'acide carbonique. Cette circonstance, cependant, peut devenir nuisible à leur conservation, puisque, n'ayant plus autour d'elles une atmosphère asphyxiante, elles pourraient être ravagées par les insectes. Mais la proportion d'acide carbonique augmente rapidement avec le degré hygrométrique, et, au delà

de 13 à 14 pour 100 d'humidité, la production de ce gaz suit une progression énorme.

» *Influence de la température.* — Les proportions d'acide carbonique formé croissent très rapidement avec la température, jusque vers 50°, limite habituelle des phénomènes de la vie. A ce moment, il y a un arrêt; mais, en continuant à élever la température, la combustion s'accentue de nouveau et avec une grande énergie. Il y a donc deux phénomènes de combustion distincts : l'un, d'ordre physiologique, qui correspond à une véritable respiration; l'autre d'ordre purement chimique.

» *Influence des anesthésiques.* — Les anesthésiques qu'on a quelquefois employés dans la pratique de l'ensilage, tels que le sulfure de carbone, par exemple, diminuent, sans l'arrêter, la formation d'acide carbonique; là encore, la combustion d'ordre chimique continue à se manifester.

» En appliquant nos déterminations numériques aux phénomènes qui se produisent dans la pratique, on arrive à expliquer les avantages que présente l'ensilage fait dans de bonnes conditions, en même temps que les insuccès trop fréquents que l'on constate dans l'application. »

MÉDECINE. — *Sur un moyen simple de ramener à la vie les nouveau-nés en état de mort apparente.* Note de M. Goyard, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« Dans une Note publiée en 1872, dans les *Comptes rendus*, M. Gustave Le Bon indiquait, comme moyen certain de ramener à la vie les jeunes animaux asphyxiés, de les plonger dans un bain d'eau chauffée graduellement de 38° à 48°. L'emploi de ce procédé n'avait pas attiré suffisamment l'attention des praticiens. J'ai eu l'occasion d'en faire récemment usage avec un plein succès.

» Il s'agissait d'une femme primipare, atteinte d'éclampsie. L'accouchement nécessita l'emploi du forceps. Lorsque l'enfant put être extrait, *les battements du cœur avaient entièrement cessé.* Avec le concours de MM. les Drs Delarue et Faurie de Boisse, je soumis le nouveau-né, *pendant près de deux heures,* à tous les moyens usités en pareil cas : frictions avec un linge chaud, respiration artificielle, électricité, etc. Aucun signe de vie ne s'étant manifesté et l'enfant étant complètement refroidi, nous le considérions comme un cadavre et allions nous retirer, lorsque le moyen indiqué par M. le Dr Gustave Le Bon me revint à l'esprit. La situation étant désespérée, tout pouvait être essayé. Je fis chauffer de l'eau, que je fis maintenir de 45° à 50°, et j'y plongeai l'enfant jusqu'au cou. A notre extrême étonne-

ment, il ne s'était pas écoulé trente secondes, qu'un premier mouvement inspiratoire, bientôt suivi de plusieurs autres, se manifesta. Au bout de cinq minutes, l'enfant était plein de vie.

» Le Dr Gustave Le Bon avait été conduit à expérimenter ce moyen sur des animaux asphyxiés, en considérant que le plus redoutable des accidents consécutifs à l'asphyxie, et celui dont on se préoccupe pourtant le moins, bien qu'il suffise à déterminer la mort même quand l'individu revient momentanément à la vie, est le refroidissement du sang. Je suis plutôt tenté d'attribuer l'action si prodigieusement rapide d'une température élevée à l'excitation des nerfs périphériques de la peau, d'où résulte une influence sur le bulbe et une action réflexe consécutive.

» Quoi qu'il en soit, j'ai cru rendre service aux médecins en appelant leur attention sur cette méthode. Les cas de dystocie, où l'enfant vient au monde en état de mort apparente et ne peut être ramené à la vie par les méthodes actuelles, sont malheureusement fort nombreux : l'occasion de l'appliquer sera par conséquent très fréquente. »

M. P.-H. Boutigny appelle l'attention de l'Académie sur ce fait, constaté par lui, que de l'eau bouillante projetée sur une surface incandescente descend instantanément à la température de 97°.

Suivant M. Boutigny, ce refroidissement ne peut être attribué qu'au travail dépensé pour la production de l'état sphéroïdal. Il voudrait que l'on pût rechercher si, en faisant repasser l'eau à l'état liquide ordinaire, on la ramènerait à sa température d'ébullition normale.

M. Trève adresse, par l'entremise de M. Desains, une Note sur les différences d'aspect que présente un objet linéaire, observé au travers d'une fente fine, suivant que cet objet est parallèle ou perpendiculaire à la fente. L'auteur se réserve de revenir, dans une Note ultérieure, sur les détails du phénomène.

M. E. Gille adresse une Note concernant l'emploi, par l'industrie, d'un combustible végétal annuel, et une autre Note relative à la traction des chemins de fer.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.